

Perämeri Life – Perämeren toimintasuunnitelma

Osana Perämeri Life -projektia (2001 - 2005) Perämerelle on laadittu toimintasuunnitelma. Toimintasuunnitelmaan on koottu tietoa Perämeren ja sen valuma-alueen ympäristöstä ja ympäristön tilasta sekä niihin vaikuttavista tekijöistä. Lisäksi toimintasuunnitelmassa on pyritty kokonaisvaltaisesti tunnistamaan tämän herkän, pohjoisen merialueen keskeisimmät ympäristöongelmat. Ympäristön seurantaan koskevien tietojen pohjalta on laadittu suuntaviivat Perämeren yhdennetylle seurannalle ja tilan arvioinnille. Lisäksi toimintasuunnitelmassa määritetään Perämeren kestävä kehityksen ja hoidon tavoitteet ja painopistealueet. Erityisen tärkeäksi on nähty ympäristön seurantaan ja hoitoon liittyvän yhteistyön jatkaminen myös tulevaisuudessa. Tämän toteuttamiseksi esitetään vaihtoehtoja.

Perämeren toimintasuunnitelma on suunnattu ympäristöviranomaisille sekä alueen toimijoille ja asiantuntijoille, mutta myös kaikille ympäristöstä kiinnostuneille alueen asukkaille.

Raporttia voi tilata suomen- tai ruotsinkielisenä:

Suomenkielinen: Perämeri Life - Perämeren toimintasuunnitelma

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, kirjasto

PL 124, 90101 OULU

Puh: +358 (0)8 3158 300

Raportti luettavissa Internetissä: <http://www.ymparisto.fi/ppo> > palvelut ja tuotteet > julkaisut

> erillisjulkaisut

Ruotsinkielinen: Bottenviken Life - Handlingsprogram för Bottenviken

Länsstyrelsen i Norrbottens län

97186 LULEÅ

Puh: +46 (0)920 96 000

Kontaktperson: Malin Kronholm

Raportti luettavissa Internetissä: <http://www.bd.lst.se> (rapporter och utredningar)

Perämeren toimintasuunnitelma



PERÄMERI LIFE

Perämeren toimintasuunnitelma



Viittaus: Kronholm, M., Albertsson, J. & Laine, A. (toim.) 2005. Perämeri Life. Perämeren toimintasuunnitelma. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 1/2005.

Graafinen ulkoasu: Erik Svanberg Enterprise.

Kannen kuva: Erik Svanberg.

Paino: NRS Tryckeri, Huskvarna. Helmikuu 2005.

Painos: Ruotsinkielisiä 450 kpl ja suomenkielisiä 450 kpl.

Käännökset ruotsista: Anne Laine, Johanna Pitkänen, Laura Posti ja Jyrki Matila.

ISSN 0283-9636



PERÄMERI LIFE

Perämeren toimintasuunnitelma

Alkusanat

Perämeren alueen ympäristöviranomaiset aloittivat vuoden 2001 loppupuolella **Perämeri Life** –yhteistyöhankkeen. Projekti sai rahoitusta EU Life Ympäristö -rahastosta sekä alueen teollisuuslaitoksilta, kunnilta ja muilta toimijoilta Suomen ja Ruotsin puolella. Pää tavoitteina oli tiedonvaihdon parantaminen maiden, alueiden, teollisuuden ja kuntien välillä, suuntaviivojen kehittäminen Perämeren yhdennetylle seurannalle ja hoidolle, sekä alueen kestävä kehityksen painopisteiden ja tavoitteiden määrittäminen.

Projektin tuloksena on saatu aikaan **Perämeren yhdennetty hallintajärjestelmä**, jonka pääosat löytyvät verkko-osoitteesta <http://www.ymparisto.fi/perameri>. Järjestelmä muodostuu seuraavista osista, jotka ovat samalla Perämeri Life –hankkeen eri osaprojektien tuloksia:

1. Perämeren ympäristötietokanta, koordinaattorina Länsi-Suomen ympäristökeskus
2. BAT -tiedonvaihtojärjestelmä, koordinaattorina Lapin ympäristökeskus
3. Perämeren vedenlaatu- ja ekosysteemimalli, koordinaattorina Lapin ympäristökeskus
4. Perämeren toimintasuunnitelma, koordinaattorina Norrbottenin lääninhallitus

Kunkin osaprojektin toteutusta varten nimettiin työryhmä, jossa oli ympäristöhallinnon lisäksi kuntien ja teollisuuden edustus. Työryhmien tehtävänä oli ohjata ja auttaa osaprojektien toteutusta. Koko projektia koordinoi Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, joka oli myös päävastuussa tiedottamisesta. Västerbottenin lääninhallitus vastasi Ruotsin osakoordinaatiosta sekä Perämerinäyttelystä.

- **Hankkeeseen osallistuneet ympäristöviranomaiset:** Pohjois-Pohjanmaan, Lapin ja Länsi-Suomen ympäristökeskukset, Suomi sekä Norrbottenin ja Västerbottenin lääninhallitukset, Ruotsi
- **Mukana olleet kunnat:** Haaparanta, Hailuoto, Haukipudas, Ii, Kalix, Kemi, Keminmaa, Kempele, Kokkola, Luleå, Oulu, Pietarsaari, Piitime (Piteå), Raahe, Skellefteå, Tornio
- **Mukana olleet teollisuuslaitokset:** Stora Enso Oyj, Kemi; Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi; Outokumpu Stainless Oy, Tornio; UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari; SCA Packaging Munksund AB, Piitime; Kappa Kraftliner, Piitime; Billerud Karlsborg AB, Kalix; Stora Enso Oyj, Oulu; Boliden Kokkola Oy, Kokkola; OMG Kokkola Chemicals Oy, Kokkola; Rautaruukki Oyj, Raahe; SSAB Tunnplåt AB, Luleå; Boliden Mineral AB, Rönnskär, Skellefteå
- **Muut tahot:** Suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Pohjanmaan vesiensuojeluyhdistys

Tämän osaprojektin 4:n raportin laatimisesta ovat vastanneet *Malin Kronholm* (Norrbottenin lääninhallitus), *Jan Albertsson* (Västerbottenin lääninhallitus) ja *Anne Laine* (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus). Työryhmään ovat kuuluneet *Eila Paldanius* (Rautaruukki Oyj, Raahe), *Ismo Karhu* (Pohjois-Pohjanmaan Liitto), *Ingemar Lundström* (Kappa Kraftliner, Piitime), *Bo-Göran Persson* (Skellefteån kunta), *Eeva-Kaarina Aaltonen* (Pohjanmaan vesiensuojeluyhdistys), *Eira Luokkanen* (Lapin ympäristökeskus), *Heli Rissanen* (Lapin ympäristökeskus) ja *Juha Katajisto* (Länsi-Suomen ympäristökeskus). Raportin syntymiseen ovat omalta osaltaan vaikuttaneet myös kaikki Perämeri-kyselyyn vastanneet ja Perämeri-työpajoihin osallistuneet henkilöt.

Sisällysluettelo

English summary.....	9
Johdanto	17

Osa 1

Perämeren erityispiirteet

I	Geologia ja geomorfologia	20
I.1	Kallioperä	20
I.2	Jääkauden jälkeinen aika	21
I.3	Kallion päälliset sedimenttikerrostumat	24
I.3.1	Kerrostumat meressä.....	24
I.3.2	Kerrostumat maalla.....	25
I.4	Rannat ja saaristot	26
2	Ilmasto	27
2.1	Ilman lämpötila.....	27
2.2	Sademäärä	27
2.3	Tuulet	28
2.4	Auringon säteily	28
3	Valuma-alue.....	28
3.1	Maankäyttö	28
3.2	Vesistöt	29
4	Murtovesiympäristö	31
4.1	Suolapitoisuus	31
4.2	Veden lämpötila	32
4.3	Kerrostuneisuus	33
4.4	Virtaukset	35
4.5	Vedenkorkeus.....	35
4.6	Jääolot	35
4.7	Happitilanne	36
5	Biologiset olosuhteet	36
5.1	Vähälajinen merialue	36
5.2	Ravinteet	38
5.3	Humus	40
6	Perämeren kasvi- ja eläinlajisto	40
6.1	Ulappa.....	40
6.1.1	Kasviplankton.....	42
6.1.2	Eläinplankton	45
6.2	Syvän veden pohjat	46
6.3	Matalikot	48
6.3.1	Kovat pohjat.....	49

6.3.2	Pehmeät pohjat	49
6.4	Kalat, hylkeet ja linnut	50
6.4.1	Kalat	50
6.4.2	Hylkeet	54
6.4.3	Linnut	55
7	Tiivistelmä	57

Osa 2

Kuormitus ja paineet

I	Kuormituslähteet	60
I.1	Pistekuormituslähteet	60
I.1.1	Teollisuus	60
I.1.2	Jätevedenpuhdistamot	62
I.1.3	Kalankasvatus	63
I.2	Hajakuormituslähteet	63
I.2.1	Maatalous	63
I.2.2	Metsätalous	64
I.2.3	Turvetuotanto	65
I.2.4	Ojitukset	65
I.3	Kuormitus ilmasta	66
2	Ravinnekuormitus	66
2.1	Joet	67
2.2	Teollisuus	68
2.3	Jätevedenpuhdistamot	69
2.4	Kalankasvatus	70
2.5	Mereen kulkeutuvien ravinteiden kokonaismäärät	71
2.5.1	Ruotsi	71
2.5.2	Suomi	72
2.5.3	Suomen ja Ruotsin vertailu ...	73
3	Orgaaniset aineet	76
4	Raskasmetallit	76
5	Ilmakehästä tuleva kuormitus	78
5.1	Rikki ja typpi	78
5.2	Raskasmetallit	79
5.3	Pysyvät orgaaniset yhdisteet ...	80

6	Rakennettu rannikko	80
6.1	Ruotsi	82
6.2	Suomi	83
6.3	Suomen ja Ruotsin vertailu ...	83
6.4	Alueelliset selvitykset rantojen hyödyntämisestä	84
7	Toimenpiteet valuma-alueella	85
7.1	Vesivoimarakentaminen	85
7.2	Säännöstely	85
7.3	Happamien maiden muokkaaminen	86
8	Laiva- ja veneliikenne.....	87
9	Tiivistelmä	87

Osa 3

Ympäristöongelmien tunnistaminen

I	Rehevöityminen	90
I.1	Ravinnekuormituksen ajallinen kehitys	90
I.2	Ravinnepitoisuudet	91
I.2.1	Avomeri	91
I.2.2	Rannikkovedet	93
I.3	Seurannan ohjeistus	95
I.3.1	Klorofyllipitoisuuden kasvu ...	95
I.3.2	Levien massaesiintymät	96
I.4	Vedenlaadun luokitteluperusteet	96
I.4.1	Suomalaiset kriteerit	97
I.4.2	Ruotsalaiset kriteerit	98
I.4.3	Perämeren vedenlaatu	98
I.5	Tiivistelmä	100
2	Metallit ja ympäristömyrkyt ...	100
2.1	Metallipitoisuuksien ajalliset muutokset.....	101
2.1.1	Pitoisuudet eliöissä	101
2.1.2	Pitoisuudet sedimentissä.....	102
2.2	Orgaanisten ympäristömyrkyjen ajalliset muutokset	105
2.2.1	DDT, PCB, HCH ja HCB	105
2.2.2	Dioksiinit	105
2.2.3	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH).....	107
2.2.4	Bromatut palonestoaineet	108
2.2.5	Organotinayhdisteet	109

2.2.6	Muut yhdisteet	109
2.3	Vaikutukset merieliöstöön	110
2.3.1	Pistekuormituksen biologiset vaikutukset	110
2.3.2	Hormonaaliset häiriöt	112
2.3.3	Hylkeiden terveydentila	112
2.3.4	Mateen lisääntymishäiriöt	113
2.3.5	M74 -oireyhtymä	113
2.3.6	Kalojen kunto	113
2.3.7	Sedimentin toksisuustestit	113
2.4	Haitalliset aineet ja Perämeren tila	114
2.4.1	Raskasmetallit	114
2.4.2	Orgaaniset ympäristömyrkyt...	115
2.4.3	Haitallisten aineiden raja-arvot kaloissa	115
2.5	Tiivistelmä	116

3	Alueiden ja luonnonvarojen käyttö, hyödyntäminen ja suojelu	117
3.1	Alueiden käyttö	117
3.1.1	Rantojen rakentaminen	117
3.1.2	Alueiden suojelu	117
3.1.3	Happamien maiden ojittaminen	120
3.2	Meriliikenne	122
3.2.1	Öljypäästöjen vaikutukset	122
3.2.2	Öljypäästöt ja Perämeri.....	122
3.2.3	Kansainväliset toimenpiteet ...	123
3.2.4	Muut merikuljetuksista aiheutuvat haitat	123
3.2.5	Perämeren rahtiliikenne	123
3.3	Tuulivoima	124
3.3.1	Tuulivoimaloiden ympäristövaikutukset.....	125
3.4	Kalastus	125
3.4.1	Ajalliset muutokset	126
3.4.2	Saalit ja kantojen tila	127
3.4.3	Vapaa-ajan kalastus.....	132
3.4.4	Ei-toivotut saaliit	132
3.4.5	Hylkeet ja kalastuksen vaikeutuminen	133
3.4.6	Kalastuksen vaikutukset	133
3.5	Uusien lajien leviäminen	133
3.6	Tiivistelmä	134

4	Ympäristöongelmien priorisointi	135
5	Tiedon puute	137

Osa 4

Kohti yhdenntettyä seurantaa

1	Ympäristön seuranta Perämeressä	140
1.1	Kansallinen ja alueellinen ympäristön seuranta	140
1.2	Velvoitetarkkailu	142
1.3	Seurannan ohjeistus	144
1.4	Mitattavat muuttajat	144
1.5	Seurantatiedon hallinta ja käyttö	156
1.6	Seurantatiedon raportointi ja tiedottaminen	157
1.7	Uutta ympäristön seurannassa	158
1.8	Tiivistelmä	159
2	Vesipuitedirektiivi – ympäristön tila uusiin mittasuhteisiin	160
2.1	Rannikkovesien tyypittely	160
2.2	Seuranta	160
2.2.1	Laatutekijät	162
2.2.2	Perusseuranta	163
2.2.3	Toiminnallinen seuranta	166
2.2.4	Mallit seurannan apuvälineinä	167
2.2.5	Tutkinnallinen seuranta	167
2.2.6	Suojelualueiden seuranta	167
2.2.7	Seurantatiheys	167
2.3	Raportointi	168
2.4	Interkalibrointi	169
2.5	Oulujoki – pilottialue	169
2.6	Tulevan työn suunnittelu	169
2.7	Tiivistelmä	170
3	Perämeri Life – projektin kyselyn ja työpajan anti	170
4	Ehdotuksia yhdenntetyn seurannan toimenpiteiksi	171
4.1	Seurannan toteuttaminen	171
4.2	Laadun varmistaminen	176
4.3	Tietojen tallentaminen ja säilyttäminen	177

4.4	Arviointi ja raportointi	178
4.5	Ohjelmien sisällön kuvaus	179
4.6	Tiedottaminen yleisölle	181

Osa 5

Kestävän kehityksen tavoitteet ja painopistealueet

1	Lähtökohdat	184
1.1	Meriympäristön suojelu Euroopan Unionissa	184
1.2	Rannikkovyöhykkeen integroitu hallinta	184
1.3	Helsingin komissio	185
1.4	Ympäristötyö Ruotsissa	185
1.5	Ympäristötyö Suomessa	186
2	Yhteistyö Perämeren alueella	188
2.1	Tuloksia yhteistyön kautta	187
2.2	Yhteistyön muodot	189
2.3	Yhteistyön sisältö	190
2.4	Vesipuitedirektiiviin liittyvä yhteistyö	192
3	Perämeren ympäristöongelmien hoitaminen	192
3.1	Rehevöitymisen vähentäminen	193
3.2	Haitallisten aineiden seuranta	195
3.3	Alueiden käytön kokonaisvaltainen suunnittelu	197
3.4	Luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen	198
3.5	Valmius uusien lajien varalta	199
4	Tiivistelmä	200
	Kirjallisuus	208
	Liitteet	201

English summary

The environmental authorities around the Bothnian Bay started the cooperation project Bothnian Bay Life in late 2001. The project got funding from EU Life Environment and several industries, municipalities and other actors of the area, both in Finland and Sweden. The main objectives were to improve information exchange between countries, regions, industries and municipalities; to develop guidelines for integrated management and monitoring; and to define targets and priorities towards sustainable development in the area. The project's main product is the Integrated Management System for the Bothnian Bay, formed of 1) Environmental Information Database, 2) BAT Information Exchange System, 3) Water Quality and Ecosystem Model, and 4) Bothnian Bay Action Plan. The main part of the system is available in the web site <http://www.ymparisto.fi/perameri>.

Characteristics of the Bothnian Bay

The Bothnian Bay and its catchment form a part of the old Fennoscandian Shield. The area has experienced recurring ice ages. The melting of the ice sheet from the latest ice age began 18 000 years ago, and the whole of the area was clear of ice 9 300 years ago. As the ice melted, earth's crust began to rise. This uplift still continues in the Bothnian Bay area 7.5 - 9 mm per year. The low-lying and shallow coast is thus extending towards the sea, bays are separated from the sea, islands coalesce with the coast, and ship and boat channels have to be dredged constantly. Large areas of earlier sea bottom are now high and dry.

The catchment area includes the northernmost regions of Sweden and Finland reaching the borders of Norway in the west, Russia in the east and the latitude of 68° - 69° in the north. The northern location brings along a long winter. Due to the Gulf Stream, the winter weathers are on the average temperate compared with other locations in the same latitude, with typical average annual temperatures of 1-3°C. Nearly the whole of the Bothnian Bay and its catchment belong to the midboreal vegetation zone, a narrow strip to the southboreal zone and the remotest areas in the north and west to the northboreal zone. The annual average rainfall is 450-550 mm with a relatively large share of rain coming in the form of snow. Snow covers most of the area for 150-200 days a year. The long snowy period together with the late occurring melting of the snow cause strong floods in the late spring and early summer.

The Bothnian Bay and the northern parts of the Quark, separating the Bothnian Bay from the Bothnian Sea, receive water from an area of 280 000 km². Nearly three quarters of the catchment area is covered by forests. The share of treeless mountaintops and glaciers is 10 %, swamps and mires make another 10 %, while lakes, watercourses and agricultural lands form smaller areas. The proportion of settled areas is only 0.2 %. Agricultural lands are located mostly in the southern parts of the catchment area on the Finnish side. The Swedish coastline of the mainland from Haparanda in the north to Umeå in the south is 2 358 km long. Including islands the length of the coastline is 5 900 km. The Finnish coastline of the mainland from Tornio in the north to Vaasa in the south is 3 401 km long when islands with a bridge connecting them to mainland are included. Including also other islands, with a surface area of at least 1 hectare, there is 7 791 km of Finnish coastline.

The Bothnian Bay is a shallow sea with an average depth of 40 m. The rivers, inclu-

ding the river Umeälven, bring 3600 m³ water per second or 115 km³ per year. Nine rivers have a catchment area that is over 10 000 km² and a mean discharge of over 100 m³/s. The high fresh water inflow causes the brackish water character of the sea. In surface water the salinity varies from 2 ‰ in the north to 4 ‰ in the south. The water level does not vary regularly due to lack of tide. The whole sea area is covered by an ice layer during winters. Main part remains ice-covered for at least 120 days a year, the northern parts more than half a year. The oxygen regime in the open sea bottom is good with an oxygen saturation of around 80-95 %.

The Bothnian Bay is nutrient-poor. Unlike in most sea areas, phosphorus is the limiting nutrient for the phytoplankton production in the open sea and also in the coastal regions. In the outer sea its concentration is mostly about 5 µg /l throughout the year. The role of phosphorus is explained by the large amount of fresh water flowing into the sea. Since phytoplankton cannot utilize the nitrogen reserves totally, its concentrations are higher than in the southern basins of the Baltic Sea. In coastal waters within the range of rivers' influence it is distinctly nitrogen that limits the production of phytoplankton during flood in late spring.

One characteristic feature is the scarcity of species. Especially in the coastal waters and in the northern regions there are many fresh water species. Even some species originating from oceans have managed to settle into the Bothnian Bay. Some species, such as the glacial relics, have their origin in brackish water. The food web is unique compared to that of many other sea areas, as some 40 % of the energy of the food web come from organic substances, mainly from the humus transported by rivers.

The annual primary production in the open water is significantly lower in the Bothnian Bay than in the Bothnian Sea further south. Respectively, the phytoplankton biomass is around half of that in the Bothnian Sea and the community consists of less species. In the coastal zone the phytoplankton biomass and the primary production are higher than in the open sea and their annual variation is greater. The biomass is usually the highest in the early and the late summer. Although the amount of phytoplankton decreases to a low level during the winter, there is a lot of phytoplankton, especially diatoms, both right underneath and inside the ice particularly in April and May. There are also other organisms in the ice, for instance bacteria and small flagellates and ciliates. The zooplankton in the Bothian Bay is relatively scarce when it comes to the number of species but surprisingly productive considering the small production of the phytoplankton, probably partly maintained by the humus from the river waters.

The number of species belonging to macrofauna in the deep bottoms of the Bothnian Bay is extremely small. Practically, the only species in the deep bottoms until the present day have been the amphipod *Monoporeia affinis* and the aquatic sowbug *Mesidotea entomon*. A new species for the Baltic Sea, the polychaete *Marenzelleria viridis* has arrived in the area in recent years. Opossum shrimps, which belong partly in the free waters, can also be found on the bottom or immediately above them. For many species the border for permanent range in the north is in the northern Quark, and e.g. the clams are totally absent in the outer sea region. The number of species increases towards the coastal regions. The meiofauna does not see as clear a decrease in numbers as the macrofauna when moving northwards in the Baltic sea, and in the Bothnian Bay it is much more species-rich than the macrofauna. The most common groups are the nematods, segmented worms, benthic copepods and the ostracods.

The habitats of the shallow bottoms are more complex than those of the deep bottoms. However, there are typically few species on the hard gravel, stone, boulder and cliff bottoms of the Bothnian Bay. The thick and often moving ice during the winter

makes most bottoms unfavourable for rooted vegetation. Also the water level variation increases the severity of the habitats in most shallow zones, which can run dry for long periods of time. Hard bottoms are important spawning habitats for grayling, Baltic herring and sea-spawning whitefish. Shallow, soft bottoms, the particle size of which is between clay and sand, support more diverse plant and animal communities, especially in sheltered places, where the influence of fresh water is great. Sand bottoms can provide entirely different conditions as the bed material strongly moulded by wind and waves is mobile, and more or less bare. Shallow water areas abundant with vegetation are important habitats for many species of fish and birds.

Some twenty fresh water and eight marine fish species have been reported in the area. Additionally, there are five species that can be regarded as brackish water species. The northern Quark forms the boundary for the regular occurrence of such marine species as flounder, sprat and cod. The warm water species, e.g. perch, roach, ruffe, bream, ide, pike and bleak live in relatively restricted areas in shallow coastal waters whereas the cold water species, e.g. Baltic herring, vendace, whitefish and fourhorned sculpin, live mostly in deeper waters further away. A number of rivers sustain migratory fish species. It is also common for some of the fresh water species to seek to the river mouths, fladas and glo-lakes to spawn.

Loading of nutrients and harmful substances

The Bothnian Bay is located on a zone where west winds prevail, and therefore it is relatively sheltered from the pollution coming from far south. The proximity of large pollution sources in the Kola Peninsula makes a long-distance transport from the northeast possible. According to model calculations, sulphur deposition in the area is 200-300 mg/m² and nitrogen deposition 100-200 mg/m². Based on measurements on the depositions of persistent organic compounds around the Bothnian Bay may be as big as in the more southern areas. Generally, the local emissions to air have decreased because of more efficient burning technology and better quality of the raw material but there are areas around heavy industry where measurements show risen concentrations of various metals in moss.

Rivers bring most of the nutrients ending up in the Bothnian Bay. During the years 1995-2000, the 24 largest rivers brought an annual average of 47 200 tons of nitrogen and 2 500 tons of phosphorus into the Bothnian Bay and the northern Quark. The rivers with highest nutrient content are located on the southern areas of the Finnish side, in Ostrobothnia. The high nutrient content derives partly from the surrounding swamps and woodlands that are subject to intense leaching but is further increased by intensive land use, which includes ditching, agriculture and forestry, and the pollution load caused by settlements. Towards the north, rivers become larger and their nutrient content smaller. The sources of many rivers emptying into the Bothnian Bay on the Swedish side are in the mountains, making them less nutritious than the rivers in Ostrobothnia. Land use on the Swedish side is not as intensive either. The sea receives also most of its heavy metals via river waters, in 1995 at least 90 % of metals ending up in the Bothnian Bay. Most of the mercury, lead and cadmium came from Finland, whereas most of the copper and zinc came from Sweden.

There are thirteen large industrial plants in the Bothnian Bay coast with notable discharges into the sea. The environmental effects of the wood processing industry have previously been extensive. The discharges of the metal industry have led to high metal concentrations in the bottom sediments and also their consequences have been evident in the fish and zoobenthos communities. Due to the development of process

and waste treatment technology, the industrial discharge of acidifying substances, heavy metals, nutrients and persistent organic compounds has decreased significantly in the last 20-30 years. However, of fish species especially burbot still has problems in reproduction and there are signs of eutrophication in the proximity of the pollution sources. The heavy industry discharged 1 540 tons of nitrogen and 125 tons of phosphorus into the sea in 2000. Of all the nutrients ending up in the sea, 2.5 % of nitrogen and 3.1 % of phosphorus came from industry. The share of industrial discharge of total lead and cadmium input was at its greatest not higher than 8-10 % in 1995. In general, the discharge of heavy metals has decreased considerably during the last 10-15 years.

The Bothnian Bay catchment is very scarcely populated. One fourth of Sweden's surface area is a part of the Bothnian Bay catchment, but there are only 390 000 inhabitants (3 /km²) on this area. Similarly, more than one third of Finland's surface area is a part of the Bothnian Bay catchment with 980 000 inhabitants (7 /km²). Settlement is concentrated to the coast and most people live in population centres. Including Umeå, there are 28 coastal wastewater treatment plants with a population equivalent greater than 1000 in the area. A total of 870 000 inhabitants, including those smaller industrial plants that have joined the municipal wastewater treatment network, are covered by the largest wastewater treatment plants. Denitrogenization systems have not been taken into use because it is considered that the reduction of nitrogen will not reduce eutrophication in an area where phosphorus is the limiting nutrient. In the year 2000, ca 1 900 tons of nitrogen and 30 tons of phosphorus came through the wastewater treatment plants. Of the total amount of nitrogen ending up in the sea this was 3.5 % and of phosphorus 1.2 %. Wastewater treatment plants are responsible of ca 1 % of the metals coming to the sea.

In the year 1995, the Bothnian Bay received 119 600 tons of organic substances based on BOD₇ calculations. Of this, 86 % came with river waters, 12 % from coastal industry and 2 % through wastewater treatment plants. The substances consisted mostly of humus leaching naturally from woodlands and swamps. Ditching, especially when it is done for peat mining, increases the leaching of organic material. Over 25 000 hectares of swamps are used for peat mining on the Finnish side, whereas the respective area is 4 500 hectares on the Swedish side.

20 500 tons (38 %) of the nitrogen and 1 100 tons (35 %) of the phosphorus ending up in the sea are estimated to be caused by human activity. More nutrients come from the Finnish side than from the Swedish side. This is due to both the greater natural leaching and the greater load caused by human activity. In Finland, the amounts of nutrients deriving from natural leaching and human activity are about the same, whereas in Sweden only 20 % of the nitrogen 10 % of the phosphorus load is estimated to be caused by human action. Out of individual sources of nutrient loading, agriculture is predominant in Finland whereas in Sweden the nitrogen load can be divided quite evenly with wastewater treatment plants, forestry and deposition, and agriculture is the most important source of phosphorus.

The Bothnian Bay receives twice as much nutrients as the Bothnian Sea, mainly due to the greater natural leaching. The load caused by human activity is smaller, as the agriculture and forestry are less intensive and smaller nitrogen load comes from wastewater treatment plants. In the actual Baltic Sea, nearly 80 % of both nitrogen and phosphorus derives from human activity and a remarkable share of the pollution load is caused by agriculture.

Environmental problems and exploitation of natural resources

There is no large-scale eutrophication in the open waters of the Bothnian Bay. Outstanding algal blooms are rare, even though occasional occurrences have been reported recently also in open sea areas. Especially nitrogen binding blue-green algae are scarce. Risen nutrient concentrations and increased phytoplankton production have been observed in certain areas especially on the Finnish side, where the water exchange is more limited and the coast is shallow. Higher discharges of phosphorus would lead to wider problems of eutrophication. If only nitrogen discharges would rise, the risks for outstanding eutrophication would be lower than in the main basin of the Baltic Sea due to the phosphorus limited production in the Bothnian Bay.

There has been large scale metal and organic toxic loading previously in the area. The loading of several substances has decreased and the system is slowly recovering in some respects, but there are still large amounts of metals and organic toxins in the bottom sediments. The concentration of many substances in the biota shows no clear trends in spite of decreased loading. For many of the most harmful substances, air transport has a relatively large impact as the Bothnian Bay is shallow and receives water from a large catchment area. The concentrations of DDT, HCH, HCB and even PCB in fish are slowly decreasing. The mercury content of pike has decreased since the 1970s and does not exceed the limit value anymore but is still so high that consumer service is needed. There are brominated flame retardants in the biota but no exact knowledge on their trends in concentration. The dioxin concentrations especially in salmon and herring do not seem to decrease and they exceed the limit values set for trading. The concentrations of PAH in sediment and the loading of PAH to biota are poorly known but seem to be high when compared to other parts of the Baltic Sea. The environmental state close to the large pulp mills has improved and the occurrences of reproduction problems in fish have decreased remarkably. Likewise, the health of seals and sea eagle has improved since the extremely poor situation in 1960s and 1970s. However, there are still symptoms such as reproduction problems of burbot, salmon and the seals that are suggested to be related to environmental toxins.

The physical exploitation of coastal areas is a wide environmental problem in the Bothnian Bay. Almost 40 % of the mainland's coast is constructed, which is more than the average in Finland and Sweden. The exploitation is most effective in the southern parts of the area. The coastal exploitation is regulated by statutory coastal zone protection whereas areas with particularly high natural values are protected as natural conservation areas or specific bird or seal protection areas. Most of the protected areas are included in Natura 2000 network, including ca 100 areas in the Bothnian Bay region, most of them territorial. There is limited knowledge on the subsurface environments which is why these areas are only seldom pointed out as areas worth protecting.

The continuous land uplift creates a need for dredging, especially in the low-lying coastal areas and in the shipping lanes and harbours. The physical actions in the sulphide containing clays of the ancient Litorina sea bottom, now dry and high, increase the periodic acidification especially on the southern parts of the Finnish side of the Bothnian Bay. The resulting mass deaths of certain fish species affect the composition of the fish stocks at least locally.

Hydropower stations, draining, clean-cutting, damming and embanking have affected the scenery, the biological diversity and the usability of the water systems in the area. Generally the reasons behind these actions have been hydropower production and flood prevention. Most of the large rivers in Finland and Sweden are either entirely, or partly, built and regulated. Tornionjoki and Kalixälven are unique even in the international

perspective, because they are large and yet totally unregulated rivers. It has been calculated that because of regulation the amount of water coming to the Bothnian Bay and the Bothnian Sea can even be 35 % smaller during summer and, on the other hand, in winter even 70 % larger than it would be in natural state. There are national goals both in Finland and Sweden to increase wind power, which is a renewable source of energy with wide environmental advantages, but also with such environmental effects that we only can speculate on today. At the moment there are 15 wind power units with a total of 37 windmills in the Bothnian Bay. There is an abundance of shallow areas suitable for large-scale wind power production.

Oil spills are not as big a problem in the Bothnian Bay as in the more southern parts of the Baltic Sea, where the heavy traffic is concentrated. A large oil spill could have disastrous consequences due to limited water exchange, very sensitive ecosystem and the slow degradation of harmful substances in cold water. Difficult ice conditions might hamper oil destruction, which has only limited capacity at the moment. It has been estimated that the traffic will increase especially in the Tornio and Kemi waterways. Classifying the Baltic Sea as a specifically sensitive sea area in the year 2004 means more strict demands for the ship traffic than before, possibly even double hulls. However, ships that are not suited for frozen sea cannot ply the Bothnian Bay during the winter even nowadays as the icebreakers will not provide help for such ships.

Most of the outboard motors used in leisure boats are two-stroke engines. Because of the poor burning efficiency, 20-30 % of the fuel goes through the engine without burning and approximately half of the exhaust gases end up in the sea. The outboard motors used in Sweden cause an annual discharge of approximately 15 000 tons of hydrocarbon, most of it in the form of unburned gasoline. Additionally, their PAH discharges are large. Thus outboard motors are one of the largest sources of pollution to the sea. During the winter, there is also a lot of motor sleigh traffic in the archipelago. Driving on ice is still permitted, but on islands, motor sleigh traffic is in principle prohibited except for service traffic and separately designated routes.

The fish stocks have been suffering not only from environmental problems but also from intensive exploitation. Of fish species important for the fishery, vendace are recovering from a long period of low densities. The state of the whitefish stock is somewhat unclear, but a long term decrease in the mean size and decreasing catches in certain rivers can be related to changes in whitefish stocks in a number of rivers. The spawning migration of wild salmon, as also its smolt production, has improved from the end of the 1990s. Decreased mortality due to the recession of M74 syndrome and regulations in fishery seem to be important factors. Several trout stocks have disappeared or are very small and, as a whole, the status of the trout is weak. The increased grey seal stocks have caused problems for fishermen by damaging not only the catch but also the catching devices.

Guidelines for environmental monitoring

In both Finland and Sweden, national monitoring is carried out according to HELCOM's guidelines. The programs and the data are quality controlled and the results are collected in national databases. The statutory control of various loading sources is fixed by law. Physico-chemical parameters are monitored in more than 200 stations. One fourth of these stations are included in national monitoring programs and the rest in various statutory control programs. In Sweden, national monitoring is concentrated on the open sea and it includes also frequent monitoring of a number of parameters in strategic locations. Finland has more national stations and they are

located closer to the shore. Most of these stations serve the purpose of mapping water quality along the coast. Their results can also be applied in statutory control that is often integrated between different actors. Also the programs in Finland are generally more comprehensive than in Sweden, partly because of different strategies and partly because eutrophication has been, and still is, a more severe problem on the Finnish side.

The main part of the Swedish national data is available on the Internet but divided to several databases administered by different hosts. The availability of data varies depending on the host and the type of data. Statutory control data is not included in the national databases. Most commonly they are presented as written reports but sometimes they may also be stored in the regional environmental authorities' own databases. This scattered data and information leads to difficulties in receiving an overview of the monitoring and the results on the Swedish side. In Finland, the data is collected into one national information system hosted by the environmental administration. The system includes various databases. One common system is an advantage compared to the Swedish practice. A drawback is that the system is not freely available for external users.

To be able to meet the demands of the EU Water Framework Directive, the present monitoring shall have to be complemented, intensified and modified. The measuring frequency and the standardization of national monitoring meets the demands of the directive. Geographic comprehensiveness, however, is deficient especially on the Swedish coastal area. Physico-chemical parameters are monitored traditionally because the methods are simple and inexpensive. Measuring chlorophyll concentrations is also a common practice. By contrast, phytoplankton and periphyton algae are analyzed only in certain limited areas and the monitoring of macrophytes is insufficient. The methodology in macrophyte monitoring shall have to be adjusted to the unique circumstances of the Bothnian Bay, where some of the key species are totally lacking. The monitoring of benthic fauna has a good coverage on the Swedish side whereas on the Finnish side of the Bothnian Bay a national program is needed.

For the statutory control programs to create a basis for operative monitoring, they need to meet the requirements set by the WFD. Therefore, quality control, standardization and reporting will have to be improved from the present. More cooperation will be needed between the regions and the national monitoring. For instance, monitoring of benthic fauna is often included in statutory control, but the methodology and frequency of it varies greatly between programs. Even though the regional environmental authorities and the new Swedish water authorities will be responsible for the implementation of the operative monitoring, stronger national guidance is needed. A new reporting structure where all data is accessible to all the responsible authorities needs to be created, and it should, for the most part, be based on GIS techniques. More detailed suggestions for integrated monitoring are presented in the Swedish and Finnish versions of the Bothnian Bay Action Plan.

Future targets and priorities

The Bothnian Bay Life project suggests five themes to be highlighted in managing the environmental problems of the Bothnian Bay. These are reducing eutrophication, treating harmful substances, integrated planning of regional exploitation, sustainable use of natural resources and readiness for invasive species. In order to reduce eutrophication in the areas most affected by it, the whole catchment area must be taken into consideration. This includes not only agriculture and forestry, but also wastewaters from

scattered settlements, urban centres and industries. In treating harmful substances, decisions are needed on actions on both national and international levels. The subject of prioritized substances in the Bothnian Bay, such as dioxins, PCB's, mercury, PAHs and organotin compounds, must be raised regionally. The planning of land and water use is an important instrument in steering the development towards sustainable policy in coastal and archipelagic regions. The effects of physical actions have to be assessed from a wide perspective in a way that takes the total effect of various actions into account along with the sensitivity of water and land environments and their protection value. The protection of marine and especially subsurface environments has to be prioritized. In aiming towards the sustainable exploitation of natural resources in the Bothnian Bay, cooperation between various actors has to be increased. For fisheries, the main object shall be maintaining healthy fish populations and exploiting fish as a valuable natural resource. Fishery as a livelihood conflicting with the conservation of seals will need joint handling in cooperation between all parties in order to secure a long-term solution. Spreading of invasive species shall also have to be hindered. The prudence principle shall be valid in planting and in actions that can involuntarily promote spreading of unwanted species.

The integrated management system that has been worked out in the Bothnian Bay Life project includes information on the environmental state of the Bothnian Bay, its environmental problems and monitoring. Concrete tools, such as the environmental information database, the BAT –information exchange system and the Bothnian Bay water quality and ecosystem model, have also been produced. Guidelines have been created to further a more integrated way of working. At present, finding a stable forum based on long-term cooperation to further develop the project and introduce its results is of utmost importance. The need for cooperation around the Bothnian Bay is further emphasized by the fact that the existing cooperation organizations do not cover the whole area or even all the regions and the WFD does not oblige to inspect this sensitive sea area as a unity. Because sea is a common resource, shared by regions and countries, conventions and environmental programs decided on both international and national levels shall have to be the starting point for cross-border cooperation in environmental issues. The minimum aim is to continue the present, already established cooperation. Gradually, it can be worked out towards more sustainable and influential forms of cooperation. Developing the contact network, processing the actions towards sustainable development, spreading information, and gathering new information are all important milestones for the future work that will also support the implementation of

Johdanto

Perämeri on ainutlaatuinen murtovesialue, erityisen herkäksi merialueeksi luokitellun Itämeren pohjoinen lahdenpohjukka, jonka elämään talvi, jää ja humuspitoiset jokivedet vaikuttavat merkittävästi. Eliölajisto on niukkaa ja koostuu valtaosaltaan murto- veteen sopeutuneista makean veden lajeista. Joet tuovat mukanaan runsaasti ravinteita ja eloperäisiä aineita, joista suuri osa on peräisin ihmisen toiminnasta valuma-alueella. Rannikolla on runsaasti raskasta teollisuutta ja asutus on keskittynyt rannikon taajamiin.

Perämeren ympäristön tila on edelleen kohtalaisen hyvä eikä massiivisia sinileväkukintoja tai suuria hapettomia pohja-alueita ole havaittu eteläisen Itämeren ja Suomenlahden tavoin. Silti Perämerenkään tilanne ei ole ongelmaton. Rehevöitymisestä on merkkejä varsinkin Suomen puolella, jossa rannikko on matalampaa ja maankäyttö intensiivisempää kuin Ruotsin puolella. Laajoilla alueilla Perämeren molemmin puolin maaperä on rikki- ja metallipitoista entistä merenpohjaa, jonka kuivattaminen aiheuttaa jokivesien happamoitumista sekä metallien vapautumista. Useiden ympäristömyrkköjen pitoisuudet Perämeren eliöstössä ovat pienentyneet merkittävästi 1970-luvulta lähtien, mutta esimerkiksi silakan dioksiinipitoisuudet ovat edelleen korkeat, eikä PCB näytä vähentyvän Perämeren kaikissa osissa. Monien pohjasedimenttiin kerääntyneiden metallien pitoisuudet ovat myös suuria muihin Itämeren osiin verrattuna. Vaikka kalojen liijypitoisuudet ovat yleensä ottaen pienentyneet, eivät esimerkiksi kadmium- ja elohopeapitoisuudet silakassa osoita laskevaa suuntausta.

Pohjoisesta sijainnista ja vähälajisuudesta johtuen Perämeri on hyvin herkkä ihmisen aiheuttamille ympäristön muutoksille. Perämeren tilaa seurataan säännöllisesti sekä Suomen että Ruotsin puolella. Seurannassa on mukana useita tahoja, kuten kansalliset ja alueelliset ympäristöviranomaiset sekä teollisuus ja kunnalliset jätevedenpuhdistamot. Perämeren tilasta on runsaasti tietoa, mutta ongelmana on ollut tiedon hajanaisuus ja osin myös sen vaikea saatavuus. Tämän takia yleiskuvan saaminen Perämeren tilasta on ollut vaikeaa.

Tähän Perämeren toimintasuunnitelmaan on koottu tietoa Perämeren ja sen valuma-alueen ympäristöstä ja ympäristön tilasta sekä näihin vaikuttavista tekijöistä. Lisäksi toimintasuunnitelmassa pyritään kokonaisvaltaisesti tunnistamaan ja analysoimaan tämän herkan, pohjoisen merialueen keskeisimmät ympäristöongelmat. Ympäristön seuranta koskevien tietojen pohjalta laaditaan suuntaviivat Perämeren yhdenmetylle seurannalle ja tilan arvioinnille. Lisäksi toimintasuunnitelmassa määritetään Perämeren kestävä kehityksen ja hoidon tavoitteet ja painopistealueet. Erityisen tärkeäksi on nähty ympäristön seurantaan ja hoitoon liittyvän yhteistyön jatkaminen myös tulevaisuudessa. Tämän toteuttamiseksi esitetään vaihtoehtoja.

Perämeren toimintasuunnitelmaa voi hyödyntää ympäristövaikutusten arvioinnissa ja maankäytön suunnittelussa. Ympäristöviranomaisten ja muiden asiantuntijoiden lisäksi toimintasuunnitelman toivotaan kiinnostavan ja myös hyödyttävän kaikkia Perämeren alueen toimijoita ja asukkaita. Toimintasuunnitelmalla on useita yhtymäkohtia myös EU:n vesipolitiikan puitedirektiiviin, jonka toteuttaminen on käynnistynyt kaikissa jäsenmaissa. Direktiivin päätavoitteena on saavuttaa jokien, järvien ja rannikkovesien hyvä ekologinen tila. Vaikka Perämeri Life –projekti ei varsinaisesti liity direktiivin toteuttamiseen, voidaan sen tuloksia käyttää myös direktiiviin liittyvässä vesienhoitotyössä Perämeren alueella.



OSA 1

Perämeren erityispiirteet

Perämeren erityispiirteet

1 Geologia ja geomorfologia

1.1 Kallioperä

Perämeri ja sen valuma-alue ovat osa Fennoskandian kilpeä. Suurimmassa osassa aluetta kallioperän muodostaa prekambriella kaudella muodostunut peruskallio. Läntisiä ja lounaisia osia hallitsee huomattavasti nuorempi, paleotsooisella kaudella poimuttunut Svekofennidien vuoristo, joka on osa laajaa Kaledonidien vuorijonoa.

Fennoskandian kilpi voidaan jakaa selvästi toisiin eroaviin alueisiin. Perämeren valuma-alueen itä- ja pohjoisosat pääosin Suomen puolella kuuluvat 3 100 - 2 500 miljoonan vuoden ikäiseen arkeaiseen kallioperään. Näitä alueita luonnehtivat gneissit ja migmatiitit sekä hajanaiset vihreäkivivyöhykkeet. Pohjoisessa Kiirunaan saakka vallitsevat syntyperältään nuoremmat varhaisproterotsooiset metamorfiset kivilajit ja syväkivet, kuten granitoidit, karelidiset kvartsiitit, liuskeet, migmatiitit ja vulkaniitit. Lapissa on myös vihreäkivialueita. Oulun alueen vielä nuoremmassa myöhäisproterotsooisissa ja paleotsooisissa sedimenttikivikerrostumissa on kalkki-, hiekka-, savikiveä sekä sorasta muodostunutta konglomeraattia. Eteläisten ja läntisten osien kallioperän muodostavat pääasiassa varhaisproterotsooiset granitoidikompleksit ja svekofenniset liuskeet. Ruotsin puolella kallioperässä on myös postsvekofennisiä eli Svekofennidien vuoriston synnyn jälkeen muodostuneita nuoria kivilajeja.

Perämeri, kuten koko Pohjanlahti, sijaitsee Fennoskandian kilven painanteessa. Tämän vuoksi kallioperä on samanlaista Ruotsin ja Suomen rannikoilla. Perämeren altaan reunaosissa kallioperä on samantyyppistä kuin allasta ympäröivillä maa-alueilla. Altaan keskiosassa se koostuu pääosin keskiproterotsooisesta hiekkakivestä ja konglomeraatista, jota paikoitellen peittävät nuoremmat kambrikautiset sedimenttikivilajit.

Malmiesiintymät sijaitsevat suurissa murrosvyöhykkeissä eli alueilla, joiden kallioperässä on runsaasti halkeamia ja ruhjeita, joihin on päässyt purkautumaan sulaa kivi-massaa. Esimerkiksi Laatokan - Perämeren välisellä murrosvyöhykkeellä on nikkelipitoisia intruusioita. Lapin luode - kaakko suuntaisilla murrosvyöhykkeillä taas on muun muassa kromimalmia. Muita merkittäviä malmialueita esiintyy Pohjois-Suomen kerrosintruusioissa. Näitä hyödyntävät esimerkiksi Kemin kromia tuottava avolouhos ja Pyhäsalmen 1 500 m syvyyteen ulottuva sinkkikaivos. Kiirunasta Arvidsjauriin ja sieltä edelleen Skellefteältenin kautta Perämeren rannikolle ulottuvalta alueelta tava-taan happamia vulkaniitteja. Tällä alueella on huomattavia mineraalivaroja, joista osaa jo hyödynnetään.

Maailmankaudet

Prekambrinen kausi: Ajanjakso maapallon synnystä paleotsooisien kauden alkuun (4 600-600 miljoonaa vuotta sitten). Arkeaisella kaudella (4 600-2 500 mvs) ensimmäiset kivilajit syntyivät sulasta magmasta ja maankuori sekä laatat muodostuivat. Varhaisimmat yksisoluiset eliöt syntyivät. Arkeista kautta seurasi proterotsooinen kausi (2 500-600 mvs).

Paleotsooinen kausi: (600-250 mvs). Eläinten ja kasvien pääryhmät kehittyivät. Jako kambri-, ordoviki-, siluri-, devoni-, hiili- ja permikausiin.

Mesotsooinen kausi: 250-65 mvs. Dinosaurusten aikaa. Jako trias-, jura- ja liitukausiin.

Kenotsooinen kausi: Mantereet asettuivat nykyisille paikoilleen ja nykyiset ilmasto-olosuhteet kehittyivät. Tertiäärikausi (65-2 mvs) ja kvartäärikausi (2 mvs - nykyhetki). Kvartääri-kaudella on ollut toistuvia jääkausia ja niiden välissä leutoja ajanjaksoja.

Kivilajit

Kivilajit jaotellaan syntytapansa perusteella magmakiviin, sedimenttikiviin ja metamorfiin kiviin.

Magmakivet ovat syntyneet kiteytymällä sulasta kiviaineksesta, magmasta. Magmakiviä ovat syväkivet, vulkaaniset kivet eli vulkaniitit ja juonikivet.

Sedimenttikivet ovat syntyneet kivilajien rapautuessa ja muodostaessa lajittuneita ja kerroksellisia maalajeja, joiden osat vähitellen iskostuvat kiviksi.

Metamorfiset kivet syntyvät magmakivien ja sedimenttikivien muuttuessa eli metamorfoituuessa. Korkeissa lämpötiloissa kivet saattavat osittain sulaa, jolloin syntyy erilaisia seoskiviä eli migmatiittejä.

Gneissi: Metamorfinen kivilaji, jonka päämineraaleja ovat kvartsi, maasälpä ja kiilteet.

Graniitti: Yleisin syväkivilaji, joka koostuu pääasiassa kvartsista ja maasälvistä.

Granitoidi: Graniitin kaltainen magmakivi.

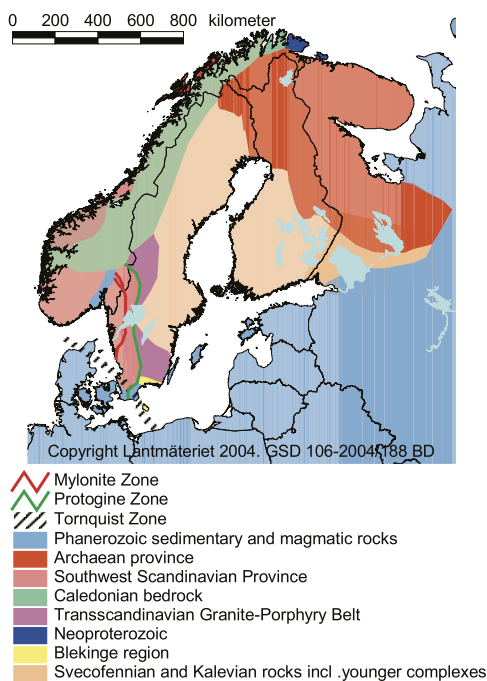
Intruusio: Syväkiven tai juonikivien muodostama massa kallioperässä.

Kerosintruusio: Päällekkäisistä magmakivikerroksista muodostuva levymäinen tai laattamainen emäksinen kivilajiesiintymä.

Kvartsiitti: Pääosin kvartsi-hiekkakivestä metamorfoitumalla syntynyt kivilaji.

Migmatiitti: seoskivilaji, jossa vanhempaan kiveen (yleensä gneissiin) on tunkeutunut nuorempaa kivi-sulaa (yleensä graniittia).

Vihreäkivi: Runsaasti kloriittia, amfibolia ja epidootia sisältävä väriltään vihreä kivilaji, joka on alkupe-rältäään tavallisesti basalttia eli laavakiveä.



Fennoskandian kilpi jaetaan provinssihin kallioperän iän ja merkittävien geologisten tapahtumien pohjalta (Sveriges Nationalatlas 1994 mukaillen).

The Fennoscandic shield is divided into provinces with regard to the age of the bedrock and significant geological events.

1.2 Jääkauden jälkeinen aika

Perämeren alue, kuten koko Fennoskandia, on kokenut toistuvia jääkausia viimeiset kaksi miljoonaa vuotta kestäneen kvartaarikauden aikana. Viimeisimmän, Weiksel –jääkauden aikaisen jäätikön sulaminen alkoi 18 000 vuotta sitten ja koko Perämeren alue vapautui jäädä 9 300 vuotta sitten. Mannerjää oli jopa kolmen kilometrin vahvuista, ja

se painoi maan kamaraa alaspäin noin 800 metriä. Jään sulamisen myötä maankuori alkoi hiljalleen kohota. Tämä nk. isostaattinen maankohoaminen jatkuu edelleen Perämeren rannikoilla 7,5 - 9 mm vuodessa. Perämeren rannikot ovat kauttaaltaan alavia ja matalia, joten rantaviiva siirtyy nopeasti merelle päin. Erityisesti säännöstelemättömien jokien edustalla maankohoaminen saattaa vaikuttaa vielä nopeamalta jokien rannikolle kuljettamien mineraaliainesten sedimentoitumisen takia. Jyrkillä rannoilla maa nousee merestä hitaammin. Ilmiön seuraukset ovat joka tapauksessa merkittäviä: maankohoaminen tulee muuttamaan Perämeren järveksi 2 500 vuoden kuluttua, kun maiden välille syntyy luonnollinen maayhteys Merenkurkun alueella.

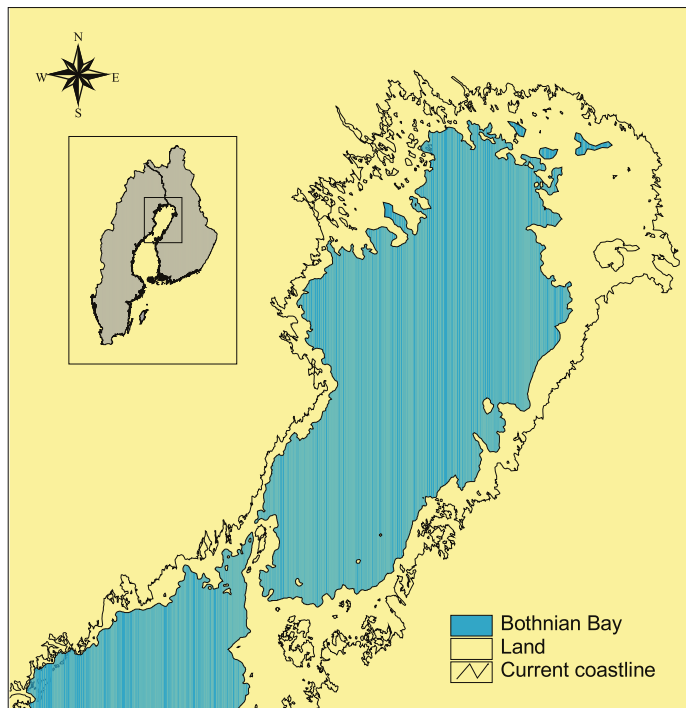
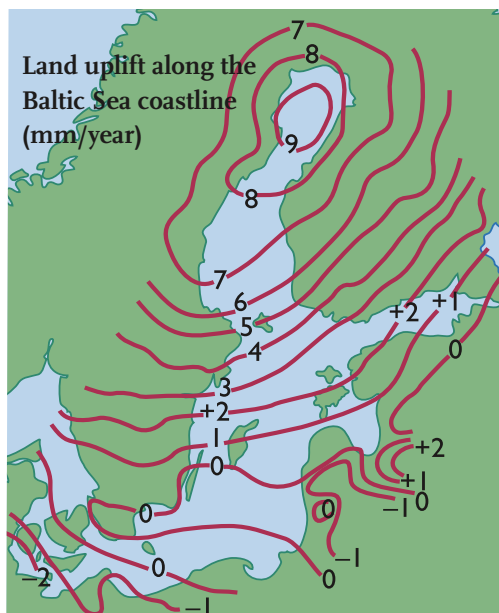
Maa kohoaa Perämeren rannikoilla enimmillään noin 9 mm vuodessa (Furman, Salemaa, Väli-pakka & Munsterhjelm 2004).

The land uplift along the Bothnian Bay coastline is at most about 9 mm/year.

Maankohoaminen vaikuttaa suuresti Perämeren rantoihin. Maakasvit valtaavat vähitellen uusia alueita. Lahdet kuroutuvat umpeen muodostaen järviä, jotka myöhemmin saattavat muuttua soiksi. Saaret kasvavat yhteen rannikon kanssa. Vuosien saatossa satamia on jouduttu siirtämään ulommaksi, koska entiset satamat ovat mataloituneet.

Laiva- ja veneväyliä joudutaan ruoppaamaan toistuvasti. Suuria alueita Litorinameren aikaista vanhaa merenpohjaa on nyt kuivalla maalla. Osa siitä on otettu maatalouskäyttöön, ja ojittaminen on heikentänyt veden laatua jokisuiden lähetyksillä. Maankohoamisen myötä vanha merenpohja on joutunut alttiiksi aaltojen ja virtausten aiheuttamalle kulutukselle eli eroosiolle.

Perämeren ja koko Itämeren suolapitoisuus on vaihdellut voimakkaasti viimeisimmän jääkauden jälkeen. Osittain tämä johtuu siitä, että jääkauden loppumisen myötä mannerjäältä tulevan sulamisveden määrä aluksi vähentyi ja sitten lakkasi kokonaan. Lisäksi ympäröivistä valtameristä sisään virtaavan suolaisen veden määrä on vaihdellut paljon. Kun jäätikön sulaminen alkoi 18 000 vuotta sitten, oli valtameren pinta 120 metriä nykyistä alempana. Suuri osa vedestä oli sitoutuneena mannerjäähen ja liikkuviin jäälauttoihin. Nykyisen Perämeren pohjassa on havaittavissa vanhojen jokilaak-

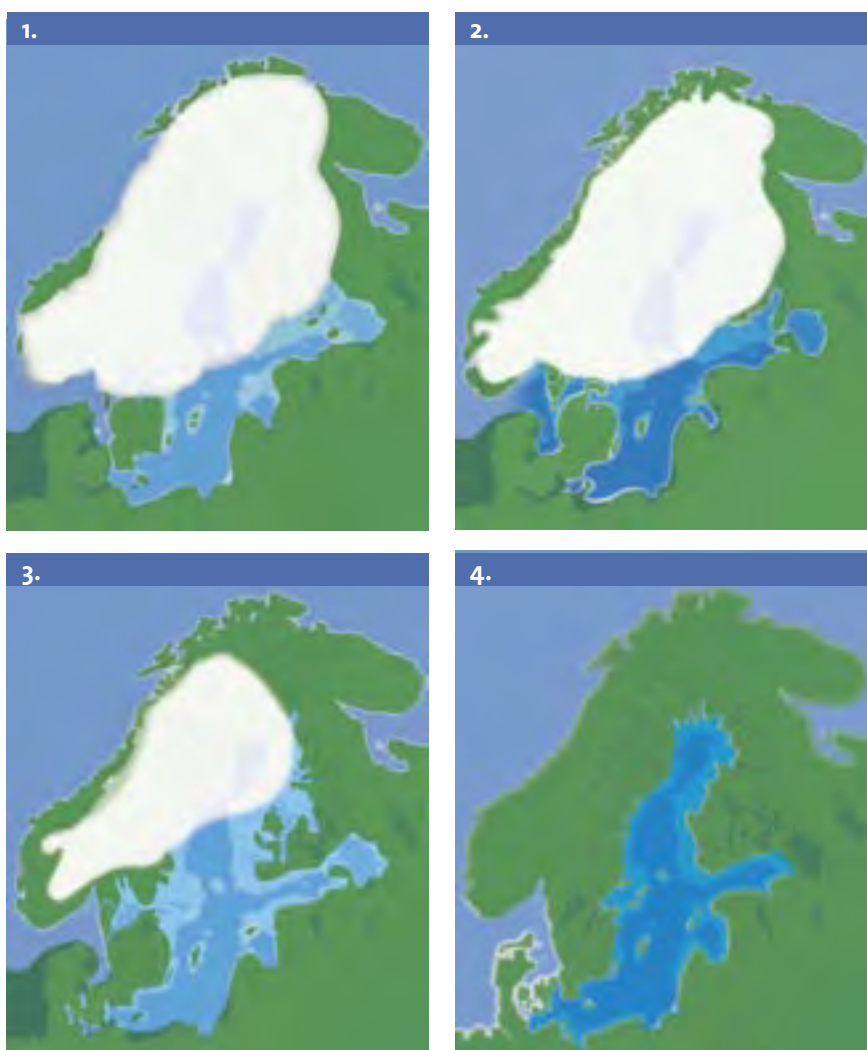


sojen jäänteitä. Ne ovat todisteita muinaisesta, huomattavasti nykyistä alemmasta rannasta. Viimeisimmän jääkauden jälkeen valtameren pinta on noussut jäätiköiden sulamisen myötä. Tämä samaan aikaan merenpinnan nousun, ns. eustaattisen koho-

Perämeren arvioidaan joutuvan erilleen Selkämerestä noin 2 500 vuoden kuluttua (Västerbottenin lääninhallitus 2000).

With today's rate the Bothnian Bay will become a lake in about 2 500 years.

misen, kanssa tapahtuva isostaattinen maankohoaminen on Perämeren rannikolla ollut kuitenkin nopeampaa. Valtameren pinnannousu on lisännyt suolaisen veden virtausta Itämereen, mikä näkyy suolapitoisuuden kasvuna Perämerellä asti. Itämeren kahden ensimmäisen jääkauden jälkeisen vaiheen, Baltian jääjärven ja Yoldiameren, aikana Perämeri oli edelleen mannerjään peitossa. Kun Perämeri 9 300 vuotta sitten vapautui jäältä, oli Itämeri makeanveden altaana. Tämä Itämeren 9 500 - 8 000 vuotta sitten vallinnut vaihe on sittemmin nimetty Ancylusjärveksi makeassa vedessä elävän *Ancylus fluviatilis* -kotilon mukaan. Valtamerten pinnan kohoaminen lisäsi edelleen suolaisen veden virtausta Itämeren altaaseen ja johti seuraavaan vaiheeseen, Litorinamereen, joka on nimetty *Littorina littorea* -kotilon mukaan. Suolapitoisuus on sen jälkeen hitaasti laskenut ja saavuttanut vähitellen nykyisen tasonsa.



Itämeren kehitys viimeisten 13 000 vuoden aikana (Stockholms Marina Forskningscentrum)

The development of the Baltic Sea during the last 13 000 years.

1. Baltian jääjärvi 13 000 – 10 300 vuotta sitten / *The Baltic Ice Lake*
2. Yoldiameri 10 300 – 9 500 vuotta sitten / *The Yoldia Sea*
3. Ancylusjärvi 9 500 – 8 000 vuotta sitten / *The Ancylus Sea*
4. Litorinameri 8 000 – 4 000 vuotta sitten / *The Littorina Sea*

1.3 Kallion päälliset sedimenttikerrostumat

1.3.1 Kerrostumat meressä

Rannikkoalueita lukuun ottamatta Perämeren pohjaa peittävät lähes kauttaaltaan sedimenttikerrostumat. Syvimmissä osissa aaltojen ja vesivirtausten aiheuttaman eroosion vaikutus kerrostumien ylimpiin osiin on vähäistä ja postglasiaalista eli jääkauden jälkeistä savea on voinut ja voi edelleen kerrostua. Savi on suhteellisen tasalaatuista ja usein eloperäisten aineiden pelkistyneissä oloissa* mustaksi värjäämää. Tämän sedimenttityypin esiintyminen vastaa sedimentoitumispohjien eli hienojen sedimenttien nykyisten kerrostumisalueiden esiintymistä. Tällaiset pohjat kasvavat Itämeren alueella 0,5 - 2 mm vuodessa. Ylimmät kerrokset koostuvat geologisesti ajatellen melko äskettäin sedimentoituneesta materiaalista, liejuisesta savesta, joka sisältää runsaasti orgaanista ainesta. Näiden pohjien kerrostumat voivat olla häiriintymättömiä, mikäli pohjaeläimet eivät ole niitä sekoittaneet. Koskemattomat pohjat muodostavat historiallisesti merkittäviä arkistoja, joiden avulla muinaisia Perämeren alueen tapahtumia voidaan tutkia. Alueilla joilla eroosio on voimakkaampaa, esimerkiksi matalassa vedessä tai viettävällä pohjalla, esiintyy glasiaalista l. jääkauden aikaista savea. Glasi-

*Pelkistynyt olosuhde tarkoittaa suunnilleen samaa kuin hapeton olosuhde. Vaikka pohjanläheinen vesikerros on hapekasta, saattavat sedimentissä vallita pelkistyneet olosuhteet. Tämä johtuu siitä, että orgaanisen materiaalin laskeutuminen sedimenttiin heikentää happitilannetta sen pinnassa.

aalinen savi kasautui viimeisimmän jääkauden sulamisen aikana ja se on usein kerrostunut johtuen siitä, että jään sulamisessa ja aineiden kulkeutumisessa oli suurta vuoden- aikaista vaihtelua. Glasiaalisen eli lustosaven orgaanisen aineksen määrä on pieni.

Perämeren pohjois- ja koillisosissa olosuhteet ovat mataluudesta johtuen hieman erilaiset. Aineiden kulkeutuminen on voimakasta, mikä estää hienojen hiukkasten sedimentoitumista. Hiekka ja karkea hieta ovat yleisimmät sedimenttiainekset. Meren pohjalla on lisäksi suuria eroosiolaaksoja, jotka luultavimmin ovat sekä nykyisten että jääkauden sulamisvaiheen aikaisten virtojen aiheuttamia. Matalilla, rannikonläheisillä alueilla ja Merenkurkussa raekooltaan suuremmat ainekset, kuten sora, kivet ja lohkarit ovat tavallisia. Näillä alueilla tuuli ja aallot ovat irrottaneet moreenipitoisesta pohjasta hienommat hiukkaset ja kuljettaneet ne syvemmille vesille, jossa ne ovat kerrostuneet meren pohjaan.

Meren pohjassa on huomattavia malmimineralisaatioita, joiden hyödyntäminen ei ole ollut vielä kannattavaa. Syvemmillä alueilla on usein malmikonkretioita eli noduuleja, jotka ovat irtoneisesta aineksesta kemiallisen saostumisen myötä muodostuneita kovia kappaleita. Niiden muoto voi vaihdella pyöreästä epäsäännölliseen ja joskus ne voivat muistuttaa jopa mereen heitettyä romua. Noduulit tunnetaan pääasiassa syvien ja suurten merien syvänteistä, mikä tekee niiden esiintymisen Itämeressä ja Perämeressä erityisen huomionarvoiseksi. Koska noduulit ovat rauta- ja mangaanipitoisia ja sisältävät useita muita metalleja, ollaan niistä ja niiden hyödyntämismahdollisuuksista kiinnostuneita. Myös merenpohjassa olevien suurten sora- ja hiekkavarojen hyödyntäminen voidaan aloittaa tulevaisuudessa.

Merenalaisten sedimenttien alapuolella on toisentyypisiä kerrostumia. Koska koko Perämeren alue on kokenut useita jääkausia, peittää kallioperää useimmilla alueilla vahvuudeltaan muutamasta metristä aina sataan metriin paksu kerros eri ikäisiä kvartaarikautisia kerrostumia. Alimpana on yksi tai useampi moreenikerros. Moreenin päällä on usein paksuja hiekkakerroksia ja ylinnä glasiaalisia ja postglasiaalisia savi-kerroksia. Perämeren pohjois- ja koillisosissa on kuitenkin alueita, joilta savikerrokset puuttuvat lähes kokonaan. Siellä jäätikön reunan vetäytymisen on arvioitu kestä-

neen vain noin 40 vuotta. Sulamisvesien virtaus lieenee ollut hyvin voimakasta, mikä on estänyt pienten hiukkasten sedimentoitumisen. Hiekan kasaantuminen tapahtui oletettavasti liikkuvan jäänreunan alla, jolloin jäätikkö levitti hiekkaa laajalle alueelle. Eteläisellä Perämerellä jäätikön vetäytyminen kesti kauemmin, noin 100 vuotta, eikä sulamisvesien virtaus ollut yhtä voimakasta kuin pohjoisempana. Glasiaalinen savi kasaantui tästä syystä paksuina kerroksina hiekan päälle, ja sen päälle on syvemmällä tai suojaisemmissa osissa edelleen kerrostunut postglasiaalista savea.

1.3.2 Kerrostumat maalla

Jääkauden jälkeisen ylimmän rannan sijainnilla on suuri merkitys, kun tarkastellaan maalajien jakautumista. Ranta sijaitsi seuduilla, jotka nykyisin ovat 190 - 260 metriä Perämeren meren pinnan yläpuolella. Ylimmän rannan korkeus vaihtelee jonkin verran eri alueilla riippuen siitä, kuinka nopeasti maa on kohonnut.

Ylimmän rannan yläpuolella meri ei ole vaikuttanut maalajeihin ja vallitsevana maalajina on moreeni. Ylimmän rannan alapuolellakin moreeni on yleisin maalaji, mutta notkelmissa ja jokilaaksoissa esiintyy usein myös hienompaa sedimenttiä, kuten savea, hietaa ja muita hienoaaineksia. Nämä ainekset kasaantuivat silloin, kun meri vielä peitti alueita ja huuhtoi hienoaainesta alavimmille alueille. Nämä alueet ovat nyt parhaita viljelysmaita. Hiedat ja savet voidaan jaotella joko Litorinameren tai Ancyclusjärven aikana kerrostuneisiin. Litorinameren hedelmälliset ja humuspitoiset savet ja hiedat ovat jonkin verran nuorempia ja sijaitsivat maastossa alempana kuin Ancyclusjärven aikaiset kerrokset. Niiden välinen raja seuraa Litorinameren ylintä rantalinjaa, joka esimerkiksi Pohjanmaalla on 90 - 95 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella.

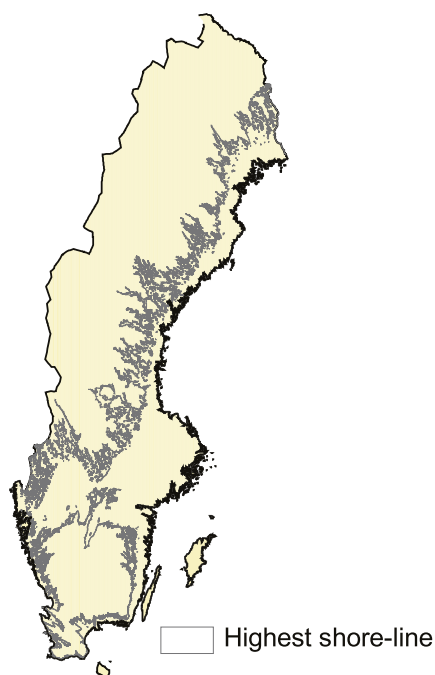
Monet ylimmän rannan alapuolella sijaitsivat moreenimaat olivat aaltojen vaikutukselle alttiina aikana, jolloin merivesi oli nykyistä korkeammalla. Tämä aiheutti hienompien hiukkasten huuhtoutumista, kulkeutumista ja sedimentoitumista syvempiin vesiin. Jäljelle jäivät vain karkeimmat partikkelit. Lohkareiset kivivallit ovat selvä osoitus tyrskyjen voimakkaasta vaikutuksesta. Rannikkoalueilla moreeni esiintyy myös erilaisina pintamuodostumina, kuten drumliineina ja De Geer -moreenina. Drumliineja esiintyy useimmiten rykelmissä pitkin Perämeren rannikkoa ja myös jonkin matkan päästä sisämaassa. Myös De Geer -moreenia esiintyy rykelmissä monilla rannikonläheisillä alueilla, esimerkiksi Vaasan saaristossa. Kumpumoreeneja löytyy muun muassa Suomen puoleisen Merenkurkun saariston pohjoisosista. Suuret siirtolohkaareet ovat tyypillisiä Pohjanmaalle. Tuulen vaikutuksesta muodostuneita hiekkadyynejä on muun muassa Luulajan seudulla ja Haaparannan saaristossa sekä Pohjois-Pohjanmaan rannikolla. Avokallioita Perämerellä on vähän toisin kuin Saaristomerellä, missä kalliit ovat maiseman oleellinen piirre.

Jokilaaksojen yhteydessä on jäätikköjokien tuomia nauhamaisia kerrostumia eli harjuja. Ne ovat kerrostuneet mannerjään sulamisveden kuljettaessa ja kasatessa kiviainesta jäätikön tunneleissa ja tunneleiden suulle. Mikäli jäätikköjoki laski järveen tai

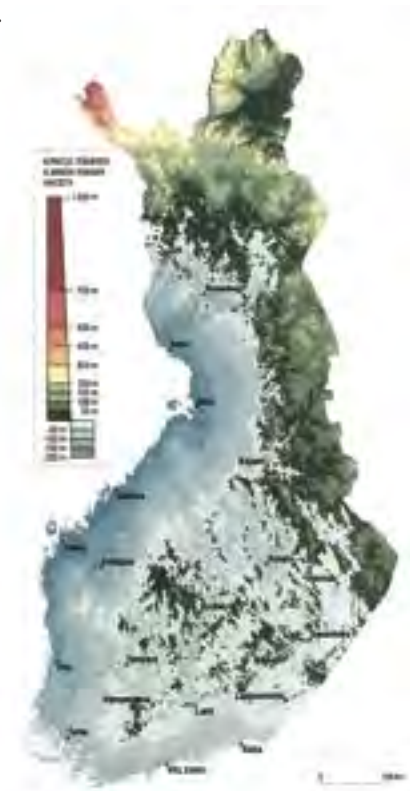
Moreeni

Moreenissa on sekaisin hienoa hietaa, hiekkaa, soraa ja kiviä, mutta mukana voi olla myös isoja lohkarkeitä sekä hienohietaa ja savihiukkasia. Tällainen sekoitus on syntynyt mannerjään jauhaessa kallioperän pintaa ja sekoittaessa irtaimen materiaalin. Samalla alla olevan kallioperän epätasaiset kohdat tasoituivat ja verhoutuivat moreenipatjojen peittoon. Useilla alueilla moreeni näkyy erilaisina muodostumina. Drumliinit ovat muutaman metrin korkuisia, tavallisesti muutaman sadan metrin pituisia sukkulamaisia moreeniselänteitä, joilla voi olla kalliodyin. Ne ovat suuntautuneet mannerjäätikön liikkeen mukaisesti. De Geer -moreenit ovat samankokoisia muodostelmia kuin drumliinit, mutta niiden suunta on mannerjäätikön liikkeeseen nähden poikittainen. Muodostelmat ovat luultavasti syntyneet sekä jäätikön sisällä että sen reunoilla oleviin poikkittaisiin uurteisiin. Kumpumoreenit ovat kaarevia moreeniharjanteita.

mereen, muodostui harjun sijasta suisto eli delta. Koska jäätikköjoet virtasivat suurella nopeudella, niiden sedimenttiaines oli karkeaa hiekkaista soraa, kiviä ja lohkkareita. Jopa nykyisten jokien laaksoissa on vastaavia kerrostumia, mutta hiukkaset ovat hienora-keisempaa hiekkaa, savea tai hietaa, sillä vesimäärät ja virtausnopeudet ovat nykyään pienempiä kuin jäätikköjoissa. Kylmä ja kostea ilmasto on suosinut turvemaiden muodostusta. Niitä on runsaasti valuma-alueen pohjoisosissa ja Suomen puoleisella rannikolla. Pohjois-Pohjanmaa on tunnettu soistaan.



Ur nationella jordartsdatabasen. Copyright Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU)



Meren ollessa korkeimmillaan oli ranta (*highest shore-line*) Perämeren alueella 190-260 metriä nykyistä ylempänä. (Ruotsi: Nationella jordartsdatabasen, Suomi: Pohjakartta (C) maanmittauslaitos lupanro 7/MYY/04).

The highest sea level ever in the Bothnian Bay region was 190-260 metres above today's sea level.

1.4 Rannat ja saaristot

Perämeren rannikko on alavaa ja tasaista useimpiin muihin Suomen ja Ruotsin rannikkoalueisiin verrattuna. Tämän vuoksi maankohoamisen vaikutukset ovat selviä. Suomen puolella rannikko on tasaista, ja noin 100 km levyisellä rantakaistaleella suurin korkeus jää useimmiten alle 30 metriin merenpinnasta. Loiva profiili jatkuu meren puolelle, joka on pitkälle varsin matalaa. Ruotsin puolella, Skellefteån eteläpuolella rannikko on syvämpi. Syvyys kasvaa 20 km matkalla jopa yli sataan metriin.

Perämerelle luonteenomaista on avoin rannikko, jossa on vain vähän etäällä toisistaan olevia matalia saaria. Varsinaisia saaristoja on Suomen puolella lähinnä Kokkolan ja Vaasan välillä sekä Ruotsin puolella Piitimen ja Haaparannan välillä. Piitimen ja Kalixin välistä rannikkoa luonnehtivat luoteis - kaakko-suuntaiset syvät selänteet ja kapeat lahdet. Merenkurkussa Uumajan ja Vaasan välillä on laaja saaristoalue. Alue on matala ja sitä leimaa moreenipitoinen maaperä. Alueella on useita fladoja ja kluuvijärviä, jotka ovat seurausta maankohoamisesta ja maanpinnan tasaisesta profiilista.

Perämerellä rannikkoa ei voi jakaa ulko-, keski- ja sisäsaaristoon yhtä selkeästi kuin eteläisemmällä Itämerellä. Eteläiselle Pohjanlahdelle ja Saaristomerelle tyypilliset kallioluodot puuttuvat Perämereltä lähes kokonaan. Ulkosaaristo on muodostunut lähinnä moreenista, jossa on sekaisin lohkaraita, kiviä ja soraa. Pohjoista Perämerä luonnehtivat laajat jääjokien kasaamat hiekkakerrostumat. Aallot ovat aikojen kuluessa kuljettaneet hiekkaa uusille alueille, ja useiden hiekkaisten saarten muoto ja koko muuttuu jatkuvasti. Hieta- ja savirannat ovat tavallisia monin paikoin, varsinkin Perämeren koillisosissa sekä Norrbottenin sisemmissä lahdissa. Jokisuistoissa on runsaasti jokien mukanaan kuljettamaa hienorakeista ainesta. Perämeren rannikolla on myös hiekka- ja sorarantoja.

2 Ilmasto

2.1 Ilman lämpötila

Pohjoisesta sijainnista johtuen Perämeren alueella on pitkä talvi, ja suurimman osan vuotta vallitsee suhteellisen alhainen lämpötila. Tavalliset vuoden keskilämpötilat ovat rannikon mittausasemilla 1 - 3 °C. Perämeren sijainti suuren mantereen länsiosassa ja toisaalta lähellä Atlantin valtamerä saa puolestaan aikaan sen, että ilmasto vaihtelee meri- ja mannerilmaston välillä riippuen vallitsevista tuulista. Golf-virta saa aikaan lämpimiä ilmamassoja, jotka pitävät talvet leutoina muihin saman leveyspiirin alueisiin verrattuna. Esimerkiksi Kanadan Hudsonlahdella talvilämpötilat ovat usein 20 °C alhaisemmat kuin Perämeren alueella. Myös Perämeren eri alueiden välillä on ilmastollisia eroja. Ulkosaaristossa kesät ovat jonkin verran viileämmät ja talvet leudommat sekä lämpötilojen vuodenaikaiset muutokset hitaammat kuin rannikkoseuduilla. Tämän saa aikaan meren lämpötiloja tasaava vaikutus. Myös vuorokaudenaikaiset lämpötilaerot ovat merellä pienempiä kuin maalla. Perämeren laajasta valuma-alueesta osa ulottuu ankaramman ilmaston alueelle, kuten tuntureille tai kauas pohjoiseen. Vuoden keskilämpötila saattaa siellä olla jopa alle 0 °C, esimerkiksi Muoniossa se on -1,7 °C. Yleisesti ottaen lämpötilat ovat viime aikoina nousseet. Tätä pidetään seurauksena ihmistoiminnan aiheuttamasta kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kasvusta. Suomessa talven keskilämpötila oli jaksolla 1971 - 2000 asteen korkeampi kuin vertailujaksolla 1961 - 1990.

Lähes koko Perämeri valuma-alueineen kuuluu keskiboreaaliseen kasvillisuusvyöhykkeeseen. Kapea alue Vaasasta hieman pohjoiseen kuuluu eteläboreaaliseen vyöhykkeeseen ja valuma-alueen etäisimmät alueet pohjoisessa ja lännessä pohjoisboreaaliseen vyöhykkeeseen.

2.2 Sademäärä

Perämeren alueen sademäärä on melko pieni, koska suurin osa Atlantilta tulevasta kosteudesta muuttuu sateeksi ilmamassan saapuessa Norjan rannikolle. Perämeren rannikolla sataa keskimäärin 450 - 550 mm vuodessa. Runsaimmat sateet ajoittuvat syksyyn ja vähiten sataa keski- ja kevättalvella. Talvella suuri osa sateesta tulee lumenä. Suuressa osassa Perämeren valuma-aluetta lumipeite kestää 150 - 200 päivää. Ensimmäinen lumi sataa lokakuun puolivälissä tai marraskuun alussa ja lumipeite sulaa huhtikuun loppuun tai toukokuun alkupuolelle mennessä. Valuma-alueen eteläisessä osassa Suomen puolella lumi peittää maata vain 100 - 150 päivää, mutta pohjois- ja länsiosissa jopa 200 - 250 päivää. Lunta voi olla maassa vielä kesäkuussa. Korkeimmillaan kinokset ovat useimmiten maaliskuussa, Perämeren eteläisessä osassa lumisyvyys on 30 - 40 cm ja pohjois-

nessä sekä Ruotsin tuntureilla 80-110 cm. Pitkä lumipeitteen kesto ja lumen myöhäinen sulaminen aiheuttavat tulvia keväällä ja alkukesällä. Voimalaitosrakentaminen ja säännöstely ovat muuttaneet useiden vesistöjen vuodenaikaista virtaaman vaihtelua.

2.3 Tuulet

Erilaisten ilmastovyöhykkeiden läheisyys aiheuttaa sen, että Perämeren alueella tuulet ovat etenkin talvella vaihtelevia. Kesäisin vallitsevat eteläiset ja lounaiset tuulet. Talvella myös pohjoiset tuulet ovat yleisiä. Yleensä tuulet ovat kohtalaisia, maalla 3 - 4 m/s ja rannikolla 5 - 7 m/s. Tuulisin ajanjakso on myöhäissyksy lokakuusta joulukuuhun, jolloin esimerkiksi Farstugrundenissa Luulajan saariston ulkopuolella on kovaa tuulta lähes 10 % ajasta. Kesäisin vastaava osuus on vain 1 - 2 %. Rannikolla vaikuttaa myös merituuli, joka johtuu meren ja mantereiden lämpötilaeroista.

2.4 Auringon säteily

Pienilmastoon vaikuttaa auringon säteily, joka Perämeren seudulla vaihtelee voimakkaasti vuodenaikojen mukaan. Suurimmillaan säteily on yleensä kesäkuussa ennen kesäpäivänseisausta. Tämä johtuu alkukesän vähäisemmästä pilvisyydestä loppukesään verrattuna. Pilvisyydestä johtuu myös se, että säteily on usein voimakkaampaa aamu- kuin iltpäivisin. Vuosittainen säteilyn määrä 900 - 960 kWh/m², ja aurinko paistaa rannikolla keskimäärin 1 800 tuntia. Ulompana saaristossa pilvisuus on yleensä vähäisempää, ja siellä on enemmän aurinkoisia päiviä kuin mantereiden tuntumassa.

3 Valuma-alue

Perämereen kulkeutuu vesiä 260 000 km² suuruiselta valuma-alueelta. Valuma-alue kattaa Ruotsin ja Suomen pohjoisimmat osat ulottuen lännessä suunnilleen Norjan ja idässä Venäjän rajalle sekä pohjoisessa leveysasteille 68° - 69° N. Koska pohjoinen Merenkurkku kuuluu mukaan Perämeri Life -projektiin, on tarkastelualueeseen sisällytetty myös Uumajajoen valuma-alue, jolloin tarkastelualue kattaa kokonaisuudessaan 280 000 km². Ruotsin luoteisosat, leveysasteelta 61° pohjoiseen, ovat yli 500 metriä merenpinnan yläpuolella, ja tunturialueella useat huiput ulottuvat 1000 - 2111 metrin korkeuteen. Perämeren Suomen puoleinen valuma-alue on huomattavasti alavampaa ja tasaisempaa. Maankohoamisen myötä valuma-alue kasvaa hitaasti koko ajan, pitkällä aikavälillä myös jokien profiili loivenee.

3.1 Maankäyttö

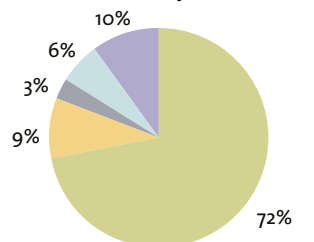
Perämeren valuma-alueesta suurin osa (72 %) on metsän peitossa. Suomen puolella kaksi kolmasosaa metsästä on mineraalimaalla ja muu osa turvemaalla. Suunnilleen puolet metsäpinta-alasta on mäntymetsää ja neljäsosa sekametsää. Myös vähäpuustoiset alueet luetaan metsiin. Niiden osuus metsämaasta on noin 20 %. Jäljelle jäävää metsäpinta-alaa hallitsevat kuusi- (5 %) ja lehtipuuvaltaiset metsät (2 %). Lehtipuista yleisimmät ovat koivu, harmaaleppä, haapa, pihlaja ja raita. Ruotsin alueella kaksi kolmasosaa metsämaasta luokitellaan mäntymetsäksi ja muu osa kuusikoiksi. Puutavarakaupassa männyn osuus on noin puolet, kuusen kolmasosa ja koivun noin 15 %.

Ruotsin ja Norjan välisen rajan tuntumassa olevien tunturipaljakoiden ja jäätiköiden osuus Perämeren koko valuma-alueesta on yhteensä 10 %. Avosuota on lähes saman verran. Vesistöjen, viljelysmaan ja avomaiden osuudet ovat pienemmät ja rakennettuja alueita on vain 0,2 %.

Metsämaan osuus on Suomen puolella suurempi kuin Ruotsin puolella. Paljakat ja tunturit sijaitsevat puolestaan lähes kokonaan Ruotsin alueella. Maatalousmaat ovat sijoittuneet pääosin valuma-alueen eteläosiin Suomen puolelle, jossa ne voivat hallita pienten ja keskisuurten jokien valuma-alueita. Suomen puolella Perämerta turvevarat

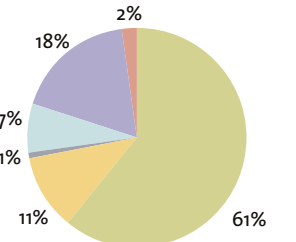
Land use in the Bothnian Bay Region, 280 731 km²

Whole Bothnian Bay, 280 731 km²



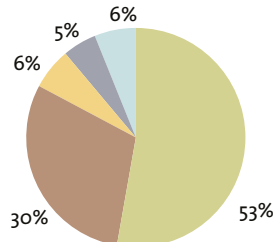
Forests
Open wetlands
Arable land
Water surfaces
Bare mountains and glaciers

Swedish side, 153 465 km²



Forests
Open wetlands
Arable land
Water surfaces
Bare mountains and glaciers
Open ground

Finnish side, 127 266 km²



Forests – mineral land
Forests – peat land
Open wetlands
Arable land
Water surfaces

Suurin osa Perämeren valuma-alueesta muodostuu metsämaasta (*forests*), Ruotsin puolella (*Swedish side*) myös tuntureiden (*mountains and glaciers*) ja soiden (*wetlands*) osuus on suuri. Suomen puolella Perämerta (*Finnish side*) maatalousmaata (*arable land*) on enemmän, etenkin alueen eteläosissa (Ruotsi: TRK-projektet: "Översiktskartan" 1:250 000, jordbruksverkets blockdatabas, IAKS-databas, Skogsstyrelsens databas över hyggesarealer "Kotten". Suomi: Maanmittauslaitoksen maankäyttöanalyysi, SLAM 3).

The majority of the Bothnian Bay catchment area is forest land, on the Swedish side there are also large mountain and wetland areas. There is more agricultural land on the Finnish side, especially in the southern parts.

3.2 Vesistöt

Perämereen laskevien jokien tuoma makean veden lisäys on 3 600 m³ sekunnissa tai 115 km³ vuodessa, Uumajajoki mukaan luettuna. Vesimäärä jakautuu melko tasan maiden kesken. Suurimmat joet sijaitsevat Ruotsin puolella sekä Perämeren pohjoisosissa. Pohjanmaalla joet ovat pieniä ja myös niiden järvisyys on pieni. Yleensä ottaen valuma-alueella, varsinkin Suomen puolella on vain vähän suuria järviä.

Lukuisat joet tuovat Perämereen suuria määriä makeaa vettä hyvin laajalta valuma-alueelta.

The many rivers in the Bothnian Bay catchment area transport a significant amount of fresh water to the sea.



Copyright Lantmäteriet 2004. UR GSD-Nordenbasen
ärende 106-2004/188 BD

Perämereen laskevista joista yhdeksän voidaan luokitella suuriksi. Niiden valuma-alueen pinta-ala ylittää 10 000 km² ja keskivirtaama 100 m³/s. Suurten jokien valuma-alueiden yhteenlaskettu pinta-ala on tarkastelualueesta 78 % ja virtaama Perämeren makeanveden tulovirtaamasta 83 %. Pelkästään neljän suurimman joen, Kemi-, Tornio-, Uumaja- ja Luulajajoen, valuma-alueet muodostavat tarkastelualueen pinta-alasta noin puolet. Keskisuurten jokien (19) osuus kokonaisvirtaamasta on 14 % ja pienten jokien (26) 3 %.

Perämereen laskevien jokien valuma-alueet ja virtaamat, Uumajajoki mukaan luettuna. Suuria jokia (valuma-alue vähintään 10 000 km² ja keskivirtaama yli 100 m³/s) on tarkasteltu erikseen. Valuma-alueeltaan 1000-5000 km² ja keskivirtaamaltaan 10-50 m³/s olevat joet (19 kpl) on luokiteltu keskisuuriksi. Pienten jokien (26 kpl) valuma-alue on 100-1000 km² ja keskivirtaama alle 10 m³/s (Ruotsin joet ja Tornionjoki: Statistiska Centralbyrån, Suomen joet: Herta-tietokanta). Suomen jokien keskivirtaama vuosilta 1992-2001.

Joki	Maa	Valuma-alue km ²	% Perämeren valuma-alueesta*	Keskivirtaama m ³ /s
Kemijoki	Suomi	49 448	18	610
Tornionjoki	Suomi / Ruotsi	39 644	14	469
Uumajajoki	Ruotsi	26 654	9	440
Luulajajoki	Ruotsi	25 229	9	513
Oulujoki	Suomi	22 514	8	269
Kalixjoki	Ruotsi	18 130	6	225
Iijoki	Suomi	14 189	5	176
Skelleftejoki	Ruotsi	11 731	4	156
Piitijoki	Ruotsi	11 285	4	169
Suuret joet yhteensä		218 825	78	3 028
Keskisuuret joet		51 051	18	502
Pienet joet		10 754	4	100
Perämeren valuma-alue yhteensä		280 630*		3 630*

* Uumajajoki mukaan luettuna.

Jokien virtaamat vaihtelevat voimakkaasti vuodenaikojen ja vuosien välillä. Suurimmillaan virtaama on keväällä lumien sulaessa. Alueen eteläosissa huippuvirtaamat ajoittuvat yleensä huhti-toukokuulle ja pohjoisessa touko-kesäkuulle. Pitkään jatkuvat sateet saattavat kasvattaa virtaamaa myös kesällä ja syksyllä, mutta se yltää vain harvoin samoihin mittoihin kuin keväällä. Tuntureilta alkunsa saavat joet, eli lähinnä suurimmat Ruotsin joet, eroavat muista siinä, että niillä on alkukesällä kaksi virtaama-huippua. Ensimmäinen huippu ajoittuu yleensä toukokuun puoliväliin, jolloin lumet sulavat metsämailla. Noin kuukautta myöhemmin tulee toinen, pitkäkestoisempi huippu, joka johtuu lumen sulamisesta tuntureilla. Säännöstellyissä ja vesivoiman tuotantoon valjastetuissa joissa virtaamat ovat keväällä ja kesällä pienemmät ja talvikaudena suuremmat kuin rakentamattomissa joissa. Myös vuorokausi- ja viikkosäännöstely vaikuttaa lyhyen aikavälin virtaamiin.

4 Murtovesiympäristö

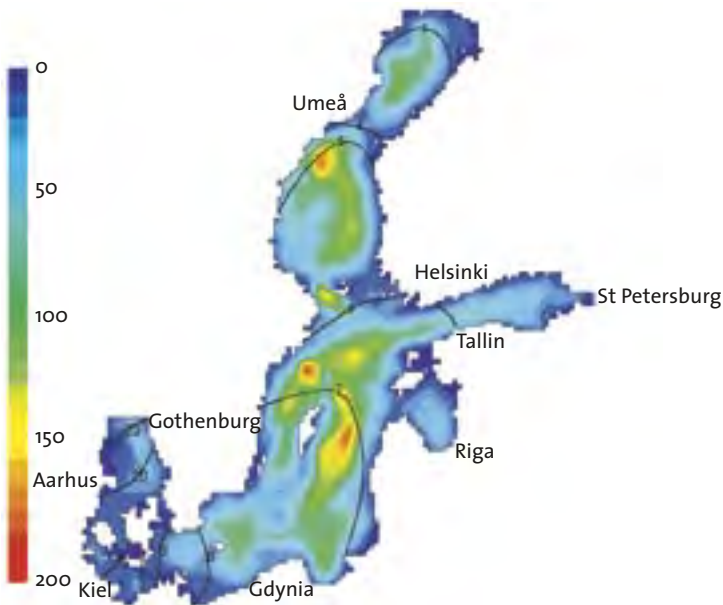
4.1 Suolapitoisuus

Perämeri on matala merialue, jonka vesitilavuus on pieni. Perämereen laskee useita jokia, mikä merkitsee vesimassan nopeaa vaihtuvuutta. Veden viipymä on vain 5,3 vuotta ja suuri makean veden lisäys aiheuttaa merialueen murtovesiluonteen. Vuositainen jokivesien tuoma lisä on noin 7 % Perämeren koko vesitilavuudesta, mutta makean veden osuus kokonaisuudessaan saattaa olla jopa 40 %. Tämä johtuu siitä että suolaista vettä pääsee etelästä vain rajatusti Merenkurkun läpi.

Kuten koko Itämerellä myös Perämerellä suolapitoisuus pienenee pohjoista kohti. Pintaveden suolapitoisuus on etelässä 4 ‰ ja pohjoisessa 2 ‰. Eteläosassa pohjan läheisen alusveden suolapitoisuus saattaa ylittää 4 ‰. Jokien suualueilla suolapitoisuudet ovat lähellä makean veden arvoja. Perämeren keskiosissa suolapitoisuuden vuotuinen vaihtelu on alle 1 ‰, kun rannikoilla pitoisuudet vaihtelevat enemmän riippuen jokivesien määrästä sekä tuulen voimakkuudesta ja suunnasta. Joilakin alueilla voimakkaat merituulet saattavat työntää suolaisempaa vettä rannikkoalueille, vaikka muulloin näitä alueita leimaa jokivesien vaikutus.

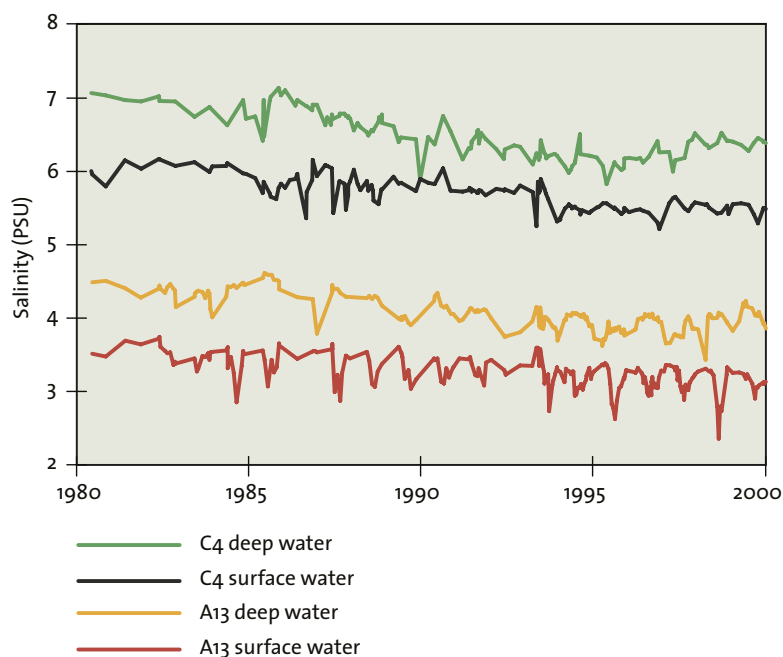
Perämeren vesitilavuus ja vesitase (Uumajajoki lukuun ottamatta). (Håkansson, Alenius, Brydsten 1994).

Pinta-ala	36 800 km ²
Vesitilavuus	1 490 km ³
Keskisyvyys	40 m
Suurin syvyys	148 m
Merenkurkun kynnyssyvyys	25 m
Virtaus Merenkurkusta	98 km ³ /vuosi
Sademäärä	21 km ³ /vuosi
Haihunta	18 km ³ /vuosi
Jokien tuoma makea vesi	115 km ³ /vuosi



Itämeren vesisyvyys (m) (BED Stockholms universitet <http://data.ecology.su.se/boing/>) ja suolapitoisuus (PSU).

The water depth (m) and the salinity (PSU) of the Baltic Sea.



Kahden mittauspisteen, Selkämeren (C4) ja Perämeren (A13), alusveden (*deep water*) sekä pintaveden (*surface water*) suolapitoisuuden (promilleina) kehitys vuosina 1980 - 2000 oikealla (HELCOM 2002, Baltic Sea Environment Proceedings No. 82B).

The salinity in a measuring point of the Bothnian Sea (C4) and the Bothnian Bay (A13). The salinity has decreased from 1980 till the end of 1990's but is slowly rising again.

Koko Perämeren suolapitoisuus vaihtelee pitkällä aikavälillä. Vaihtelu riippuu sademäärän ja makean veden tulovirtaaman sekä Selkämereltä Perämerelle kulkeutuvan suolaisemman veden tulovirtaaman välisestä tasapainosta. Tämä virtaus riippuu edelleen epäsuorasti tapahtuvasta suolaisen veden virtauksesta Itämeren ja Kattegatin yhdistävän salmen läpi. Perämeren alusvesien suolapitoisuus on laskenut vähitellen vuodesta 1980 aina 1990-luvun lopulle asti, mutta on sen jälkeen kääntynyt nousuun. Pitkäkestoisilla suolapitoisuuden muutoksilla voi olla merkittävä vaikutus Perämeren eläin- ja kasvilajistoon, koska ne mahdollistavat uusien lajien leviämisen alueelle tai toisaalta karsivat jo alueella olevia lajeja.

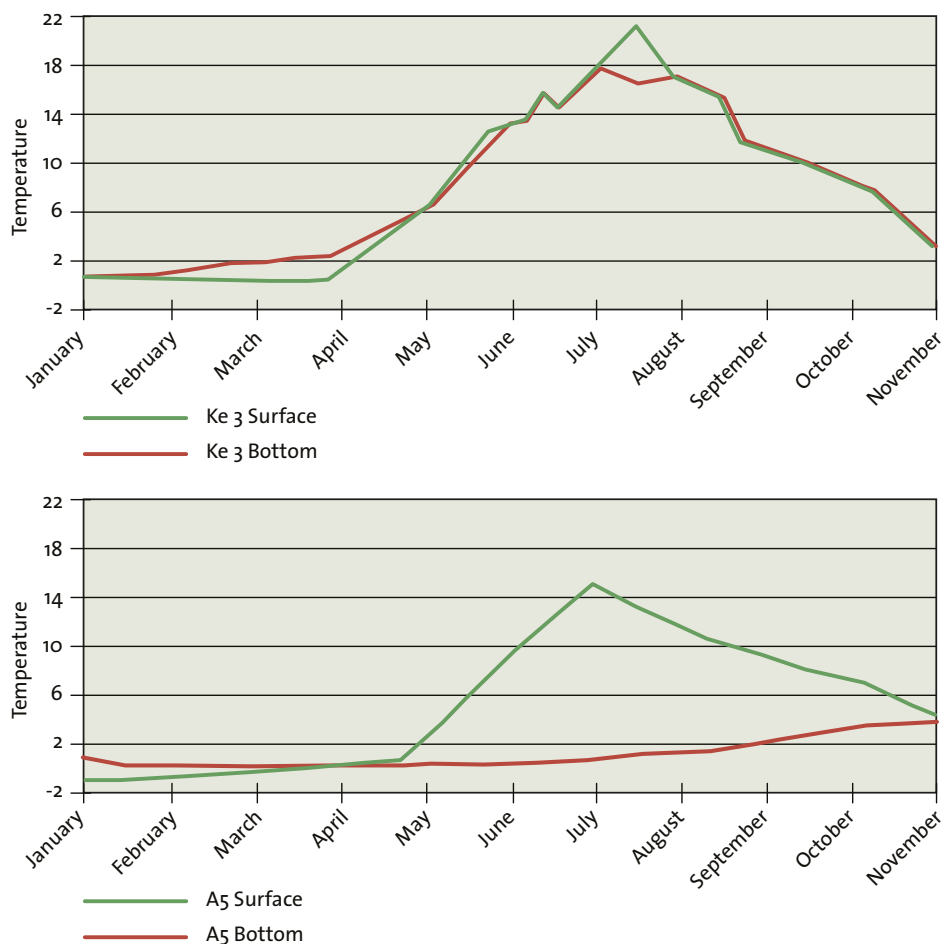
4.2 Veden lämpötila

Veden lämpötila vaihtelee suuresti eri vuodenaikoina. Ulapalla pintaveden lämpötila on kesällä ylimmillään 13 - 16 °C. Talvella veden pintakerroksen lämpötilaa laskee nollan alapuolelle, ja meren pinta jäätyy. Alusvedessä lämpötila on harvoin suurempi kuin 2,5 - 4 °C, mutta se ei myöskään laske 0,5 - 1 °C:n alapuolelle. Syvillä pohjilla lämpötilan vuosisidynamiikka voi vaikuttaa nurinkuriselta, koska lämpötilat ovat pienimmillään huhti-toukokuussa ja suurimmillaan varhaistalvella. Syynä on vesimassojen sekoittuminen syksyllä ja talvella. Kesän aikana lämmennyt pintavesi sekoittuu tällöin muuhun vesimassaan ja painuu syvemmälle nostaen samalla syvien kerrosten lämpötilaa. Lämpötilan nousu Perämeren syvissä osissa jatkuu kevättalvella saakka. Ilmiöön vaikuttavat myös etelän suunnasta kulkevat pohjavirtaukset.

Matalammilla rannikkoalueilla pinta- ja pohjavesien lämpötilamuutokset seuraavat toisiaan noin 20 metrin syvyyteen asti ja alusvesi saavuttaa korkeimman lämpötilansa loppukesällä pian pintaveden maksimin jälkeen. Alusveden lämpötila on korkeim-

millaan hieman yli 10 °C ja pintaveden lämpötila vastaavasti 15 - 17 °C. Talvisin alusvesi on rannikkoalueilla kylmempää kuin ulompana merellä. Lämpötilan laskeminen nollaan, tai jopa sen alle, heikentää pohjalla elävien eläinten elinolosuhteita.

Lämpötila voi nousta kesäisin vielä korkeammaksi sellaisilla hyvin matalilla alueilla, joilla veden vaihtuvuus on heikkoa. Näiden alueiden lämpötila nousee myös aikaisemmin keväällä kuin ulompana. Monet kalalajit käyttävät näitä alueita kutualueinaan.



Pinta- (surface) ja alusveden (bottom) lämpötilat matalan (Ke 3) ja syvän veden mittauspisteellä (A5) vaihtelevat eri tavalla vuoden mittaan (aineisto vuodelta 2000, <http://www.ymparisto.fi/perameri>).

The yearly temperature variation in surface and bottom waters of a shallow station (Ke 3) and a deep station (A 5) is different.

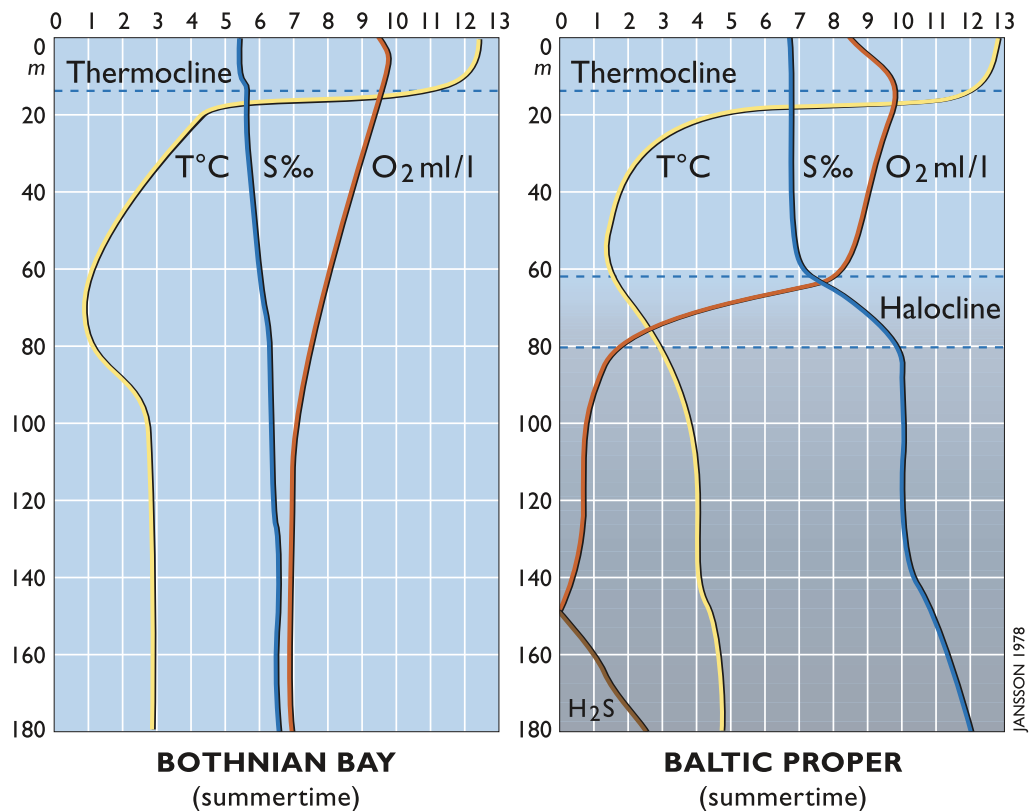
4.3 Kerrostuneisuus

Vesimassat ovat usein kerrostuneet syvyyssuunnassa siten, että tiheydeltään erilaiset kerrokset ovat päällekkäin ja niiden välillä on selvä rajavyöhyke. Erityisen selvä kerrostuneisuus on kesällä, jolloin auringon säteily lämmittää päällysveden. Tällöin lämmin vesimassa on kylmemmän päällä. Tämän tyyppinen kerrostuneisuus on syvässä vedessä (yli 20 m) pysyvä mutta matalammissa vesissä satunnaisempi. Kerrosten välinen raja, termokliini eli lämpötilan harppauskerros, sijaitsee yleensä 10 - 25 metrin välillä.

Avoimilla merialueilla voi 40 - 70 metrin syvyydessä ilmetä myös suolapitoisuudeltaan erilaisten vesimassojen kerrostumista siten, että vähäsuolainen vesi on suolai-

semman veden päällä. Näiden kerrosten välillä on halokliini eli suolapitoisuuden harppauskerros. Perämeressä kerrostuneisuus suolapitoisuuden mukaan on heikkoa ja epäselvää varsinaiseen Itämereen verrattuna, eikä juuri estä pystysuunnassa tapahtuvaa veden sekoittumista. Tästä johtuen alusveden happitilanne on hyvä.

Suolapitoisuuden kerrostuminen on toisenlainen jokisuiden lähistöllä jäiden aikaan. Ilmiö saa alkunsa jään suojatessa vettä tuulen vaikutukselta. Mereen virtaava jokivesi jää 1 - 5 m paksuna kerroksena muun vesimassan päälle. Pinta- ja alusveden suolapitoisuuden ero saattaa tällöin olla suuri, ja jokivesien mukanaan tuomat ainekset voivat kulkeutua kauas merelle. Kerrostuminen voidaan todeta 10 - 25 km päässä rannikolta ja joskus alkukesään asti.



Perämerellä (*Bothnian Bay*) suolapitoisuuden (*salinity*) kerrostuneisuus on heikko varsinaiseen Itämereen (*Baltic Proper*) verrattuna (Furman, Salemaa, Välipakka & Munsterhjelm 2004).
The halocline in the *Bothnian Bay* is weak compared to the halocline in the *Baltic Proper*.

4.4 Virtaukset

Perämeressä virtaukset ovat pääosin tuulten aiheuttamia, joten niiden suunta ja voimakkuus vaihtelee suuresti. Selvä päävirtaus kulkee Suomen rannikkoa pohjoiseen ja Ruotsin rannikkoa etelään. Lisäksi suuria määriä vettä virtaa Selkämeren ja Perämeren välillä. Ulos virtaa pääasiassa vähäsuolaista pintavettä ja sisään Selkämeren suolaisempaa vettä. Lyhyellä aikavälillä näiden vesimassojen suhde on suurin piirtein vakio. Pitemmällä aikavälillä suhde saattaa muuttua, mikä johtaa suolapitoisuuden muutoksiin Perämerellä.

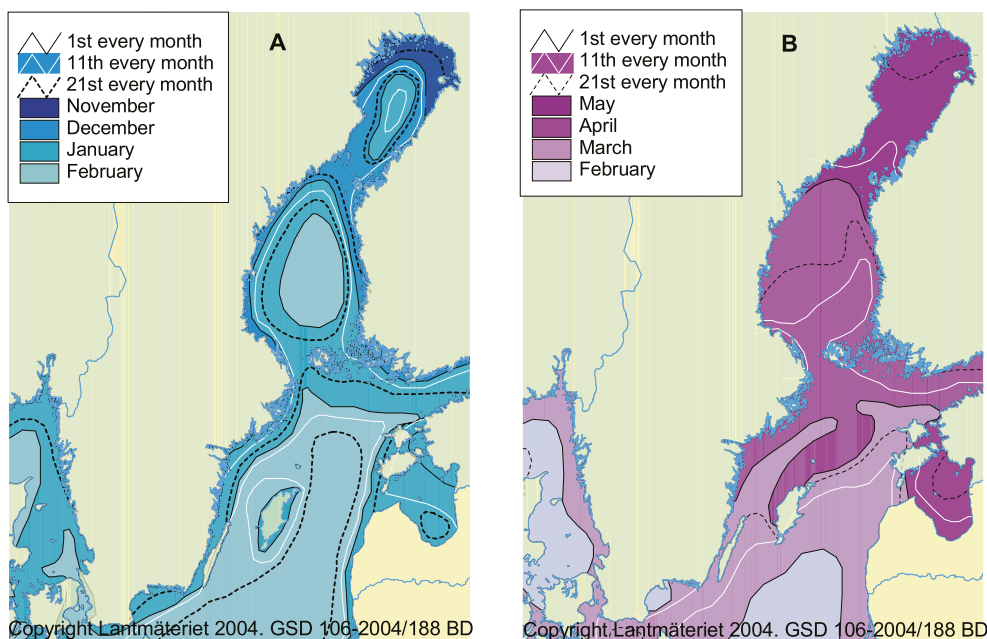
4.5 Vedenkorkeus

Vedenkorkeuden vaihtelut Perämerellä aiheutuvat pääasiassa tuulista, ilmanpaineesta ja jokien tuomasta vesimäärästä. Vedenkorkeus ei sen takia vaihtelee niin säännöllisesti kuin useissa muissa merissä, joissa vuorovesi-ilmiö on tärkein tekijä. Perämerellä on kuitenkin oma vuotuinen mallinsa: veden pinta on korkealla myöhäissyksyllä ja laskee kevättälveä kohti. Sen jälkeen pinta alkaa nousta kunnes saavuttaa syksyisen tasonsa. Vaihtelut jakson aikana ovat suuria, etenkin myöhäissyksyllä ja alkutalven aikana, jolloin tuulen voimakkuus on suurimmillaan. Kovat tuulet saattavat nostaa veden pintaa rajusti. Esimerkiksi Ruotsin suurin vesikorkeus, +181 cm, mitattiin Perämerellä Kalixin edustalla vuonna 1984. Suomessa Mauri-myrsky nosti Kemin edustan vesikorkeutta syksyllä 1982 niin, että se oli +201 cm.

4.6 Jääolot

Suhteellisen ankarasta ilmastosta ja pienestä suolapitoisuudesta johtuen Perämeri on talvisin jään peittämä. Kova, erityisesti lounaasta puhaltava tuuli voi rikkoa jäätä ja kasata sitä Suomen puolelle, jolloin laivaliikenne alueella voi vaikeutua. Yleensä jään muodostuminen alkaa sisemmissä lahdissa marraskuun puolivälissä ja meren keskiosissa tammikuussa. Tyypillisesti jään vahvuus on pohjoisessa rannikoiden tuntumassa 70 cm ja meren keskiosissa 30 - 50 cm. Jäiden lähtö alkaa etelässä toukokuun alussa ja pohjoisessa kuun lopussa. Suurin osa Perämerestä on jään peitossa vähintään 120 päivää vuodessa, pohjoisimmissa osissa yli puoli vuotta.

Tuulet ja merivirtaukset muokkaavat jäätä erityisesti ulkosaaristossa ja ulkomerellä. Jäävallit muodostuvat erikokoisista jäälautoista. Vallit voivat olla hyvinkin korkeita, jolloin ne ulottuvat myös vedenpinnan alle. Jään on todettu raapineen merenpohjaa jopa 28 metrin syvyydessä. Yleensä vaikutus ulottuu vain muutaman metrin syvyyteen. Muita jäämuodostumia ovat nk. lautasjää, joka muodostuu lumesta ja jääsohjosta aaltojen vaikutuksesta, sekä tumma ja hohkainen hauras jää.



Jääpeitteen muodostumis- (A) ja sulamiskuukaudet (B) Itämeressä 1963 - 1979. Jääpeitteen laajuus vaihtelee suuresti vuosien välillä sääolosuhteista johtuen (Sveriges Nationalatlas 1994 mukailen).

The ice formation (A) and ice break up (B) in the Baltic Sea in 1963-1979. The extent of the ice cover varies between years, depending on weather conditions.

4.7 Happitilanne

Perämeren ulapan pohjassa happitilanne on hyvä ja hapen kyllästysaste on yleensä 80 - 95 %. Hyvät happiolosuhteet johtuvat pääasiassa kahdesta seikasta. Vesimassan heikko kerrostuneisuus talvisin sallii veden sekoittumisen, jolloin alusvesi saa päällysvedestä happea. Lisäksi alusvesi saa täydennystä Selkämereltä virtaavasta vedestä. Merenkurkun kynnyksen vuoksi Selkämereltä pääsee ainoastaan hapekasta päällysvettä Perämereen. Vastaavalla tavalla varsinaisen Itämeren ja Selkämeren väliset kynnyksalueet suojaavat koko Pohjanlahtea Itämeren vähähappiselta alusvedeltä. Happipitoisuudet ovat Perämeressä kauttaaltaan korkeat. Happitilanne voi paikallisesti olla jonkin verran heikompi rannikon lähellä alueilla, joihin kohdistuu kuormitusta ja joissa veden vaihtuvuus on vähäistä.

5 Biologiset olosuhteet

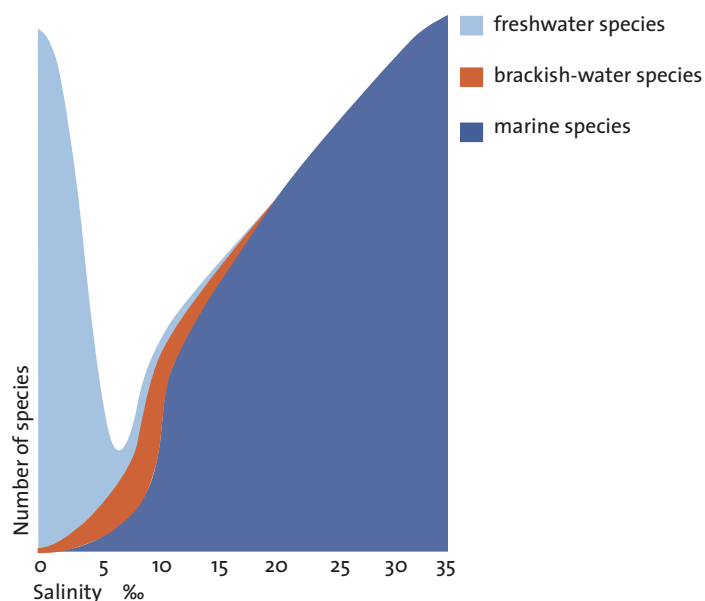
5.1 Vähälajinen merialue

Itämeren lajimäärä on pieni ja se vähenee Perämeren kohti. Suurin syy on murtovesi, jonka suolapitoisuus on sisävesien ja valtamerien välillä. Vain harvat lajit kykenevät elämään murtovedessä. Lisäksi Itämeri ja Perämeri ovat nykymuodossaan hyvin nuoria merialueita, joiden suolapitoisuus on vaihdellut voimakkaasti viimeisimmän jääkauden jälkeen. Tässä biomaantieteellisesti ajatellen lyhyessä ajassa kovinkaan moni laji ei ole ehtinyt asettua Perämereen. Suolapitoisuuden vaihtelu on myös vaikeuttanut lajien menestymistä alueella. On kuitenkin hyvä muistaa, että niukka lajisto ei tarkoita, että Perämerellä olisi vähän eliöitä. Monet lajeista ovat erittäin runsaslukuisia.

Perämeren eliölajit ovat alkuperältään hyvin erilaisia. Ennen kaikkea rannikkovesissä ja pohjoisessa on runsaasti makeanveden lajeja, kuten erilaisia hyönteistoukkia. Vain muutamia suolaisen veden lajeja on onnistunut asettumaan Perämereen. Useat lajeista ovat kuitenkin enemmän tai vähemmän sopeutuneita murtovesilajeja. Näistä oman ryhmänsä muodostavat ns. glasiaalireliktit.

Vain harvat lajit pystyvät elämään murtovedessä. Lajimäärän (*number of species*) ja suolapitoisuuden (*salinity*) suhde (muokattu www.itameriportaali.fi:n pohjalta)

Only few species manage to live in brackish water.



Murtovedet – epävakaista ja vähälajisia ympäristöjä

Murtovesialueita ovat jokisuut ja osittain suljetut merialueet. Näiden alueiden suolapitoisuus on usein epävaka. Tähän vaikuttaa jokien ja sateiden tuoman makeanveden sekä ulkomereltä tulevan suolaisen veden välinen herkkä tasapaino ja toisaalta niiden suuri ajallinen vaihtelu. Hyvä esimerkki epävakaudesta on Itämeren suolapitoisuuden vaihtelu viimeisimmän jääkauden jälkeen. Epävakaan takia murtovesiympäristöt ovat usein evolutiivisella aikaperspektiivillä tarkasteltuna nuoria. Tämä yhdessä alueiden eristyneisyyden kanssa on luultavasti estänyt murtoveteen sopeutuneiden lajien kehitystä. Valtamerien suolapitoisuus on ollut vakaa erittäin pitkään, mikä on mahdollistanut rikkaan ja monipuolisen lajiston kehityksen.

Glasiaalireliktit

Perämeressä ja muissa Itämeren osissa elää joukko lajeja, joita kutsutaan glasiaalirelikteiksi tai jäämerenrelikteiksi niiden alkuperän ja vaellushistorian mukaan. Reliktejä ovat muun muassa valkokatka, kilkki, jäännehalkoisjalkainen, härkäsimppu ja muikku. Niiden on arveltu saapuneen Itämereen Jäämeren Siperian rannikoilta Yoldiameren aikana, joka vallitsi Itämeren alueella noin 10 000 vuotta sitten. Leviämisreitit arvellaan kulkeneen nykyiseltä Vianan mereltä Äänisjärvelle ja Laatokkaan ja edelleen sitä kautta Suomenlahdelle. Kyseinen reitti on tuskin koskaan ollut kokonaisuudessaan auki samanaikaisesti. Leviäminen on todennäköisesti edennyt jaksottain yhtä tai useampaa jääjärveä pitkin. Koska useat glasiaalireliktit ovat peräisin Siperian jokisuilta, ne pystyivät hyvin sopeutumaan Perämeren kylmään murtoveteen. Sana relikti viittaa populaatioon, joka on joutunut eristykseen lajin alkuperäisestä populaatiosta siten, että aiemmin yhtenäinen levinneisyysalue on jakautunut osiin. Itämeren tapauksessa maankohoaminen on eristänyt glasiaalireliktit Siperian rannikon lähtöpopulaatioista. Vaelluksen aikana suuri osa Itämerestä nykyään ympäröivistä maa-alueista oli veden peitossa. Glasiaalireliktit ovatkin voineet säilyä myös monissa maankohoamisen muodostamissa järvissä, etenkin jos ne ovat syviä ja kylmiä.

5.2 Ravinteet

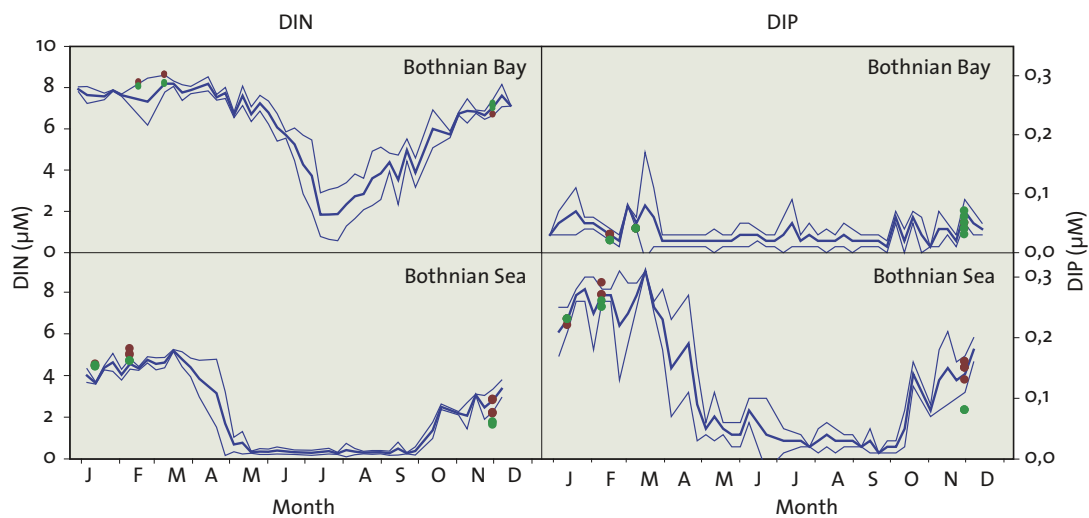
Perämeri on niukkaravinteinen merialue. Ulapalla ja usein myös rannikkovyöhykkeellä fosfori on kasviplanktontuotantoa rajoittava ravinne. Tilanne on päinvastainen kuin useimmilla muilla merialueilla, missä rajoittava ravinne on yleensä typpi. Syynä on suuri Perämereen tulevan makean veden määrä. Makeassa vedessä yleensä fosfori rajoittaa planktontuotantoa ja Perämereen laskevien jokien fosforipitoisuudet ovat pieniä. Rajoittavien ravinteiden määrän suhteen Perämeri muistuttaa siis enemmän järveä kuin merta. Veden suuret rauta- ja humuspitoisuudet aiheuttavat osaltaan pieniä fosfaattipitoisuuksia Perämereen. Fosfori sitoutuu näiden aineiden kanssa ja sedimentoituu pohjaan. Runsashappinen alusvesi edistää fosforin joutumista pohjalle, koska sen sitoutuminen rautaan on runsashappisessa vedessä voimakasta. Tämän prosessin myötä fosforia katoaa tuottavasta planktonkerroksesta. Perämeren ulapalla fosfaattipitoisuudet ovat läpi vuoden pieniä, useimmiten alle 3 µg/l. Typeä on enemmän kuin Itämeren eteläisemmissä altaissa, koska fosforirajoitteisuuden seurauksena kasviplankton ei kykene hyödyntämään koko typpivarastoa.

Rajoittavat ravinteet

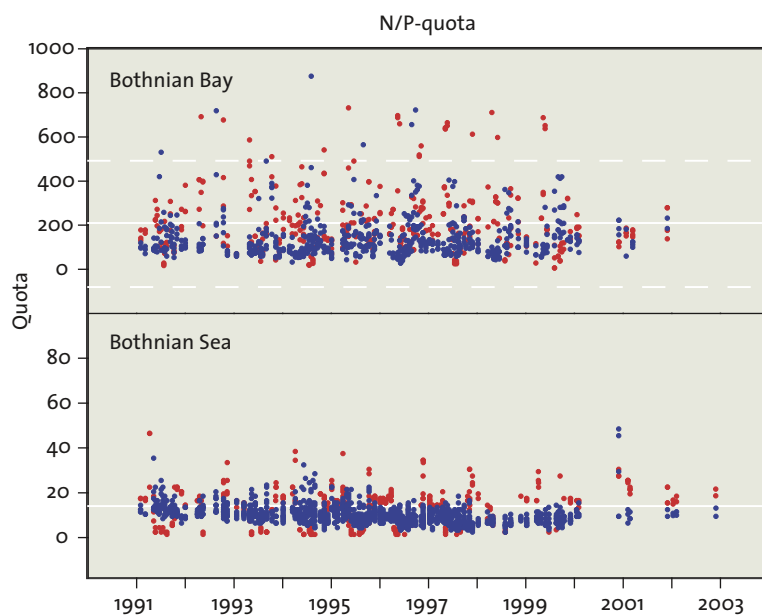
Meressä elävien eläinten ja kasvien määrään vaikuttaa kasviplanktonin ja erilaisten pinnoilla kasvavien levien eli perifytonlevien tuotanto. Veteen liuenneiden ravinteiden määrä vuorostaan rajoittaa kasviplanktonin ja levien kasvua. Vaikka nämä merten tuottajat tarvitsevat kasvuunsa monia eri ravinteita, etenkin typellä ja fosforilla on tärkeä merkitys. Näistä kahdesta ravinteesta on välillä pulaa, eli niitä on vain rajoitetusti saatavilla. Kasviplankton ja levät pystyvät käyttämään hyväkseen ainoastaan epäorgaanisessa muodossa olevia ravinteita (nitraatti-, nitriitti- ja ammoniumtyppi sekä fosfaattifosfori). Näiden typpi- ja fosforimuotojen pitoisuudet ovatkin tärkeitä, kun tarkastellaan merialueen ravineolosuhteita ja tuotantoa. Usein joko typpi tai fosfori on tietyssä tilanteessa rajoittavin tekijä, mutta jos puuttuvaa ravinnetta jostain syystä tulee alueelle lisää, voi toinen ravinteista muuttua rajoittavaksi. Rajoittavien ravinteiden pitoisuudet ovat yleensä kesäisin pienemmät kuin talvisin, koska kesällä suuri osa ravinteista on sitoutunut eliöihin. Merialueiden ravinnetilannetta verrattaessa tarkastellaan tämän vuoksi usein talvipitoisuuksia. Perämeressä rajoittavien ravinteiden pitoisuuksien vuotuinen vaihtelu on melko vähäistä.

Epäorgaanisen typen (N) ja fosforin (P) suhde (N/P-arvo) antaa viitettä siitä, kumpi aineista on rajoittava ja kuinka suurta rajoitteisuus on. Mikäli arvo on yli 16, on kyseessä fosforirajoitteisuus, sillä kasviplankton tarvitsee typpeä ja fosforia suhteessa 16:1. Pienemmät luvut viittaavat typpirajoitteisuuteen. Perämerta luonnehtii avovesien hyvin korkea N/P-arvo, ja voimakas fosforirajoitteisuus. Ero Selkämereen, jossa N/P-arvo on huomattavasti pienempi, on selvä jo merialueita erottavassa Merenkurkussa.

Vaikka fosforirajoitteisuus on Perämeressä lähes sääntö, todetaan jokien vaikutuspiirissä olevissa rannikkovesissä usein pieniä typpipitoisuuksia ja N/P-arvoja keväisin ja alkukesällä. Näillä alueilla nimenomaan typpi rajoittaa tällöin kasviplanktonin tuotantoa.



Perämeren (*Bothnian Bay*) ja Selkämeren (*Bothnian Sea*) liuenneen epäorgaanisen typen (*DIN*) ja fosforin (*DIP*) pitoisuuksien kuukausikeskiarvot ($\mu\text{mol/l}$) vuosina 1991-2000 (linjat). Pisteinä vuoden 2003 arvoja (Axe & Bjerkebaek-Lindberg, Bottniska Viken 2003)
Mean monthly nitrogen and phosphorus concentrations ($\mu\text{mol/l}$) in the Bothnian Bay and the Bothnian Sea. Lines represent averages 1991-2000, points show measurements from 2003.



N/P-arvoja Perämeressä (*Bothnian Bay*) ja Selkämeressä (*Bothnian Sea*). Punainen= päänlysvesi, sininen = alusvesi > 80 m (Bjerkebaek-Lindberg, & Gorringe, Bottniska Viken 2002).
N/P-quotas in the Bothnian Bay and the Bothnian Sea. Red = surface water, blue = deep water > 80 m.

5.3 Humus

Perämeren ravintoverkko on hyvin omaleimainen. Lukuisat joet tuovat mukanaan suuria määriä humusta, joka on muodostunut ympäröivien maa-alueiden metsien ja soiden kasvimateriaalien hajoamistuotteista. Bakteerit hyödyntävät humusta ja ovat puolestaan itse muiden eliöiden ravintona. Humuksen sisältämä energia muodostaa tärkeän lisän koko Perämeren ravintoverkkoon täydentämällä kasviplanktonin ja levien tuotantoa. Myös muihin meriin tulee maalla tuotettua orgaanista ainesta, mutta Perämerellä tämä lisä on poikkeuksellisen suuri. On laskettu, että 40 % ravintoverkon energiasta on peräisin orgaanisista aineista, pääasiassa jokien kuljettamasta humuksesta.

6 Perämeren kasvi- ja eläinlajisto

Tässä luvussa kuvaillaan Perämeren kasvi- ja eläinlajiston erityispiirteitä kolmessa eri elinympäristössä eli biotoopissa: avovedet, matalien alueiden pohjat ja syvien alueiden pohjat. Avovettä eli pelagiaalia luonnehtii erilaisten planktoneliöiden runsaus. Matalilla pohjilla tarkoitetaan tässä yhteydessä pohjia siihen syvyyteen asti, missä veteen pääsee niin vähän auringonvaloa, ettei se riitä pohjaan kiinnittyvän kasvillisuuden muodostumiselle. Matalien pohjien leimaa antava piirre on pohjaan kiinnittyneiden levien ja putkilokasvien esiintyminen. Syvistä pohjista nämä kasvit puuttuvat. Kasvien esiintymisen suurin syvyys vaihtelee alueellisten olojen mukaan. Ulkosaaristossa vesi on kirkasta ja pohjakasvillisuutta voi esiintyä 8 - 14 metrin syvyydessä, vaikkakin suurimmissa syvyyksissä vain harvakseltaan. Sisäsaaristossa pohjakasvien esiintymisen suurin syvyys on huomattavasti pienempi, koska vesi ei ole yhtä kirkasta.

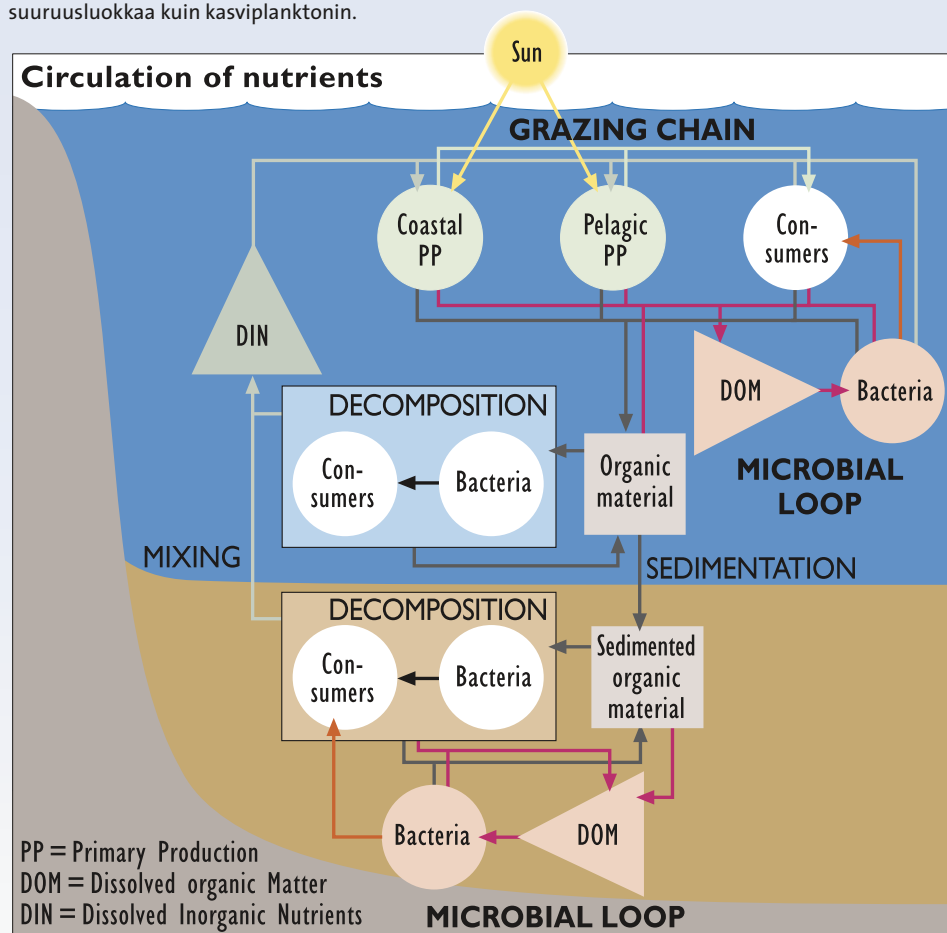
Kalat, hylkeet ja merilinnut liikkuvat vapaasti eri biotooppien välillä, joten niitä käsitellään erikseen. Maalla elävät kasvit ja eläimet on jätetty tästä kuvauksesta pois. Perämeren rannoilla elävistä kasvilajeista voidaan kuitenkin mainita pohjanlahdenlauha *Deschampsia baltica* ja Perämeren maruna *Artemisia campestris* ssp. *baltica*, jotka ovat endeemisiä Itämeren pohjoisosien lajeja eli esiintyvät ainoastaan täällä. Lisäksi tyrni *Hippophae rhamnoides* on yleinen. Nämä kasvit ovat pioneerilajeja, jotka ovat hyödyntäneet maankohoamisen luomaa uutta maaperää.

6.1 Pelagiaali

Avoveden eli pelagiaalin eliöillä on joko niin hyvä uintikyky, että ne pääsevät haluaansa paikkaan (esimerkkinä kalat) tai ne kulkeutuvat passiivisesti vesimassojen mukana (plankton). Kasviplankton on merkittävä pelagiaalisen ravintoverkon perusta. Sitä käyttää ravinnokseen eläinplankton, jota edelleen muun muassa kalat hyödyntävät. Tämä on yksinkertaistettu kuvaus ravintoverkosta, johon kuuluu useita muitakin eliöryhmiä ja kytkentöjä. Kuoltuaan planktoneliöt vajoavat pohjaan eli sedimentoituvat. Siellä ne muodostavat pohjaeläinyhteisöjen tärkeimmän ravinnonlähteen. Sedimentoitumista tapahtuu pääasiassa alueilla, missä on runsaasti suurikokoista kasviplanktonia kuten piileviä.

Pelagiaalin ravintoverkko

Ravintoverkko perustuu hiilidioksidiin, auringon valoon sekä liukoisiin epäorgaanisiin ravinteisiin (*DIN*), joita rannikkovesien ja pelagiaalin tuottajat (*coastal PP/pelagic PP*) hyödyntävät kasvuunsa. Kuvan oikeanpuoleisinta osaa kutsutaan joskus mikrobiverkoksi (*microbial loop*), sillä siihen kuuluu bakteereita ja muita erittäin pieniä eliöitä, joiden ravintona ovat liuenneet orgaaniset aineet (*DOM*). Orgaanisista aineista huomattava osa on tihkunut veteen ravintoverkon monista pienistä eliöistä ja loput ovat peräisin jokien Perämereen kuljettamasta humuksesta. Bakteerit keräävät ja hyödyntävät liuenneita orgaanisia aineita ja ovat puolestaan itse pienten eläinplanktoneliöiden ravintoa. Mikrobinen ravintoverkko yhtyy ”klassiseen”, vasemmalla olevaan ravintoverkkoon suurikokoisemmista eläinplanktoneliöistä koostuvissa ryhmissä (*consumers*). Siimaeliöt ja pienet ripsieläimet kuuluvat tähän ryhmään ja ravintoketjussa voi olla useita niiden sisäisiä ja välisiä vaiheita. Useiden eliöiden, etenkin siimaeliöiden, on lisäksi havaittu kykenevän elämään sekä kasvina että eläimenä (nk. miksotrofia). Ne voivat yhteyttää auringonvalon avulla kuten kasvit, mutta ne voivat myös saalistaa eläinten tapaan. Yhteenvetona voidaan todeta, että juuri Perämerellä bakteereilla on tavattoman suuri merkitys ravintoverkossa. Tämä johtuu jokien tuomasta suuresta orgaanisten aineiden lisästä. Bakteerien kokonaisbiomassa on samaa suuruusluokkaa kuin kasviplanktonin.



(Furman, Salemaa, Välipakka & Munsterhjelm 2004).

6.1.1 Kasviplankton

Kasviplankton koostuu mikroskooppisen pienistä eliöistä, jotka ovat avoveden tärkeimpiä orgaanisen aineksen tuottajia (liite 1, taulukko 1). Kasviplanktonin määrä vaihtelee voimakkaasti vuoden mittaan, koska plankton on riippuvainen auringonvalosta. Perämeren avoimissa osissa ei useinkaan havaita selvää kevätukintaa eli kasviplanktonmäärien voimakasta kasvua talven loputtua, mikä on tyypillistä useimmille lauhkeiden leveysasteiden merille ja järville. Perämeressä planktonin määrä alkaa kasvaa melko myöhään eikä biomassassa kasva kovin suureksi. Tänä aikana kasviplanktonyhteisössä vallitsevat erilaiset piilevät ja panssarilevät. Myöhemmin yleistyvät pienikokoisemmat lajit, kuten erilaiset nanoflagellaatit ja erityisesti hyvin pienet yksisoluiset sinilevät*. Syksyllä suurikokoiset lajit alkavat jälleen vallita. Kokonaisuudessaan Perämeren ulapan kasviplanktonyhteisö koostuu pienemmästä lajimäärästä kuin Selkä-

* Sinileviksi kutsuttu kasviplanktonryhmä kuuluu nykykäsityksen mukaan bakteereihin ja niitä pitäisikin kutsua syano- tai sinibakteereiksi. Sinilevä-nimitys on kuitenkin vakiintunut ja sitä käytetään tässä kuvauksessa.

merellä. Useina vuosina kasviplanktonin kokonaisbiomassa on suurimmillaan kesän alussa ja lopussa. Tällainen ilmiö on usein tyypillinen rannikkovesissä, mutta avomerellä harvinainen. Toinen ero rannikon ja ulkomeren välillä on, että rannikolla kasviplanktonyhteisön biomassassa saavuttaa

huippunsa aikaisemmin kuin ulkomerellä. Lisäksi lajikoostumus on osittain erilainen, sillä rannikon kasviplanktonyhteisöä leimaa melko voimakkaasti jokivesille tyypillisten lajien kuten *Diatoma elongatum* –piilevän esiintyminen.

Ankaran talven aikana kasviplanktonin biomassassa laskee. Jää sinällään ei ole este kasviplanktonin selviytymiselle. Huhti- ja toukokuussa jään alla sekä sen sisällä huokosissa ja onkaloissa on melko runsaasti kasviplanktonia, etenkin piileviä. Valaistusolosuhteet ovat tuolloin erittäin hyvät. Jäässä elävät levät välttyvät joutumisen syvälle pimeään vesikerrokseen veden sekoittumisen myötä. Jäässä on myös muita eliöitä, kuten bakteereja sekä pieniä siimaeliöitä ja ripsieläimiä. Yhdessä jään levien kanssa ne muodostavat oman pienen ravintoverkon. Monia jään sisällä eläviä lajeja löytyy myös

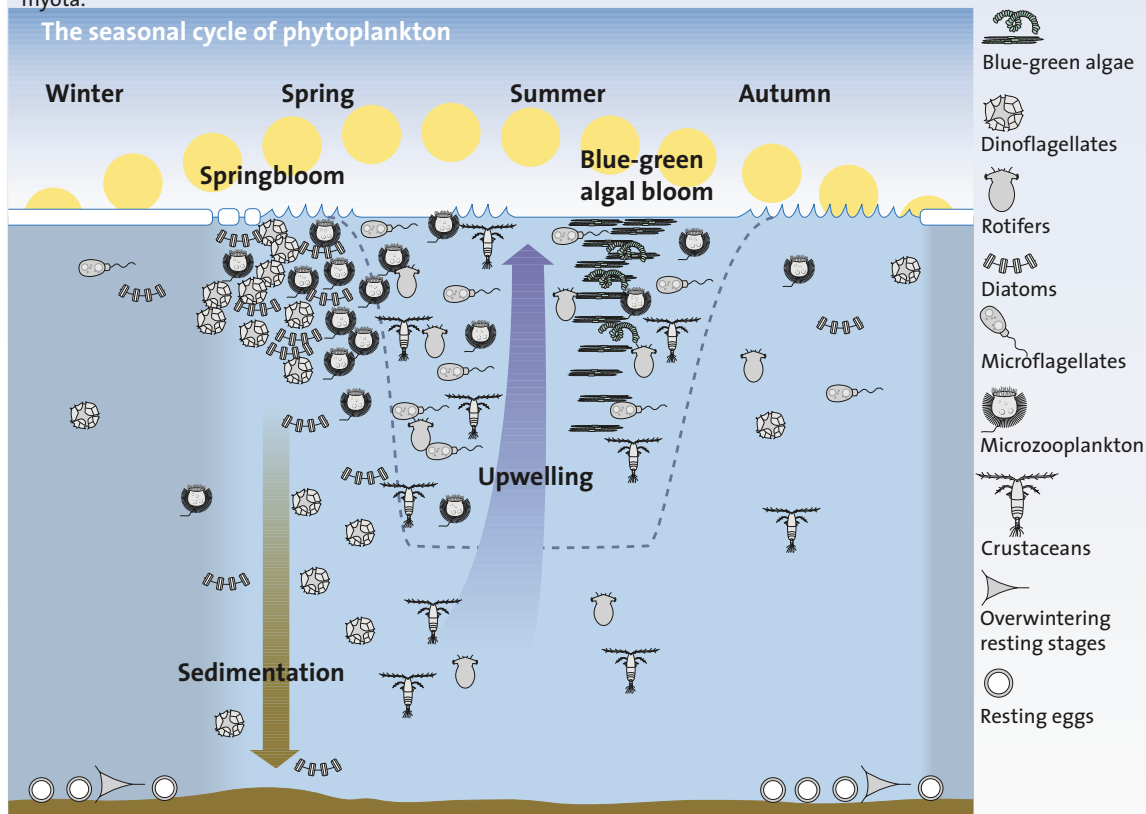
avovedestä. Joillekin lajeille kyky elää jäässä voi olla eduksi, sillä siellä kasvukausi alkaa aikaisemmin. On epävarmaa, lisääkö jäälevien tuotanto merkittävästi Perämeren perustuotantoa.

Perustuotanto

Perustuotannoksi kutsutaan kasvien, tässä tapauksessa kasviplanktonin, orgaanisen aineksen tuotantoa, jota kasvi hyödyntää omaan kasvuunsa. Raaka-aineina ovat hiilidioksidi, vesi ja epäorgaaniset aineet. Prosessissa tarvitaan lisäksi auringonvaloa. Perustuotanto elättää suurta osaa koko meren ravintoverkosta, koska kasviplankton joutuu edelleen muiden eliöiden hyödyntämäksi.

Sukcessio

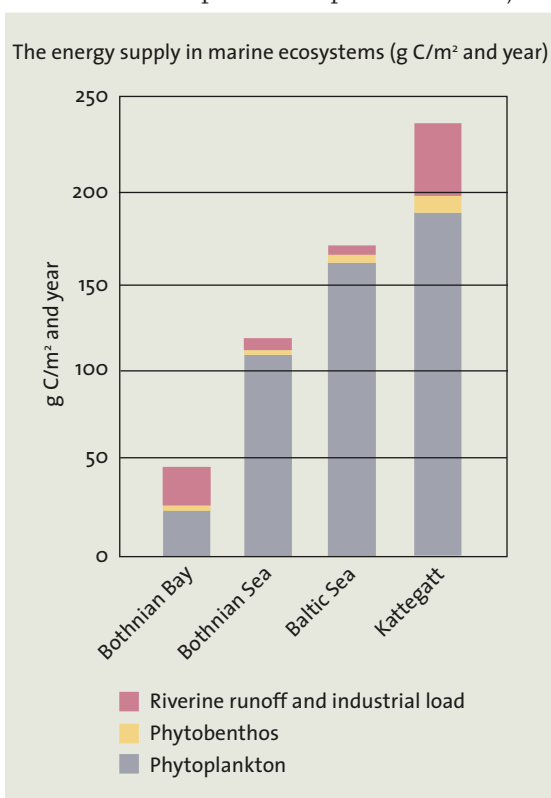
Vuoden mittaan sekä kasviplanktonin määrässä että sen lajikoostumuksessa tapahtuu säännöllisiä muutoksia. Kyseessä on nk. sukcessio. Sukcession syntyyn vaikuttaa se, että eri kasviplanktonilajien ympäristövaatimukset poikkeavat toisistaan ja lisäksi niiden kilpailukyky ja alttius joutua eläinplanktonin saaliiksi on erilainen. Nopea lisääntymisrytmi ja yksilöiden lyhyt elinikä aiheuttavat sen, että muutokset kasviplanktoniyhteisössä tapahtuvat lyhyessä ajassa. Kesän tullessa kasviplanktonin määrä kasvaa valon määrän kasvaessa ja veden lämpötilan kohotessa. Lämpeneminen aiheuttaa samalla vesimassan pystysuuntaista kerrostumista. Tämä helpottaa yksilöiden pysyttelemistä auringon valaistamassa kerroksessa, jossa kasvuolosuhteet ovat paremmat kuin syvässä vedessä. Syksyllä pintaveden jäähtyessä kerrostuneisuus häviää, mutta tuolloin kasviplankton on muutenkin vähenemässä. Tärkeiden ravinteiden pitoisuudet vaihtelevat vuoden aikana voimakkaasti yhdessä planktonsukcession kanssa. Ravinnepitoisuudet ovat korkeimmillaan talvikuukausien aikana, joten ensiksi ilmestyvillä kasviplanktonlajeilla on runsaasti ravintoa käytettävissään. Kun kasviplanktonmäärät kasvavat myöhemmin kesällä, hyödynnetään saatavilla olevat ravinteet tarkoin. Erityisen selvästi vähenee fosfori, koska se on rajoittavin ravinne. Samalla kasviplanktonin kasvu tyrehtyy. Tässä vaiheessa vallalla ovat sellaiset lajit, jotka kestävät parhaiten kovaa kilpailua ja tulevat toimeen pienissä ravinnepitoisuuksissa. Talvella ravinteet vapautuvat uudelleen kiertoon kuolleiden kasvien ja eläinten hajoamisen myötä.



(Furman, Salemaa, Välipakka & Munsterhjelm 2004).

Typpeä sitovien sinilevien niukkuus on yksi piirre, joka erottaa Perämeren Itämeren eteläisemmistä altaista, joissa sinilevät ovat aiheuttaneet runsaasti ongelmia. Todennäköinen syy sinilevien vähäisyyteen Perämeressä on suhteellisen korkea epäorgaanisten typen pitoisuus yhdessä alhaisen fosfaattipitoisuuden kanssa loppukesällä. Tämä ei suosi sinileviä, joiden kyky sitoa typpeä ilmasta ei ole tällaisissa elinoloissa kilpailuetu. Mahdollisesti myrkylliset kasviplanktonilajit ovat Perämeressä selvästi harvinaisempia kuin Itämeren eteläisemmissä osissa.

Perämeren avovesi on niukkaravinteista, minkä vuoksi vuotuinen perustuotanto on pieni, jopa useita kertoja pienempi kuin Selkämeressä. Ero varsinaiseen Itämereen ja Kattegattiin on vielä selvempi. Myös kasviplanktonin biomassa on Perämeressä pienempi kuin Selkämeressä, vain noin puolet sen vuosikeskiarvosta. Perämeressä kasviplanktonmäärä muuttuu avomereltä rannikoille. Rannikkovyöhykkeessä biomassa ja perustuotanto (17- 50 g hiiltä/m² vuodessa) ovat huomattavasti suuremmat kuin avomerellä (12 - 22 g hiiltä/m² vuodessa) ja myös vuodenaikainen vaihtelu on suurempi. Kasviplanktonin niukkuus nimenomaan avomerellä selittynee siellä rajoittavana ravinteena toimivan fosfaatin pienistä pitoisuuksista.



Perämeren (Bothnian Bay) tuotanto (phytobenthos / phytoplankton) on pieni muihin Itämeren alueisiin verrattuna, joten maalta tulevalla lisäyksellä (runoff & load) on suuri merkitys energiavaroissa (Sveriges Nationalatlas 1992, Kust och Hav).

The energy supply and production in the Bothnian Bay is small and the runoff and load from land is important for the total supply.

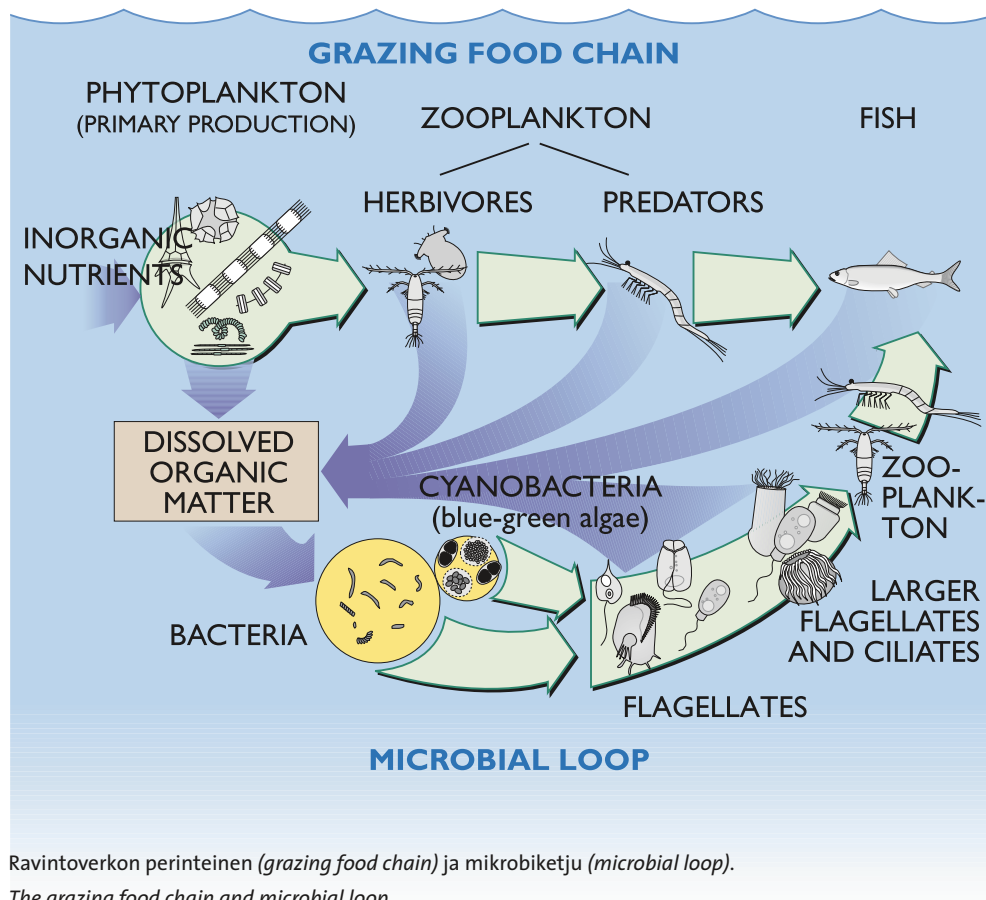
Kasviplanktonin pieni biomassa ja vähäinen perustuotanto Perämeressä ovat seurausta useasta tekijästä. Avaintekijä on epäorgaanisten aineiden, ensi sijassa fosfaatin, heikko saatavuus. Toinen tärkeä tekijä on Perämeren huonot valaistusolosuhteet. Syvyys, jossa on vielä riittävästi valoa kasviplanktonin tarpeisiin on usein vain 5 - 10 metriä. Jokien tuoma suuri humuksen määrä heikentää tilannetta, sillä humus estää valon tunkeutumista veteen. Erityisen pieni tuottava kerros onkin rannikon lähellä, jossa humusta on runsaasti. Pitkään kestävä jääpeite heikentää valaistusolosuhteita, koska jään päälle kertyvä lumi estää valon pääsyä veteen. Vaikutusta korostaa vielä se, että jäätä on usein vielä vuoden valoispimpana aikana, jolloin auringon säteilystä tulee merkittävä osa, jopa kolmasosa. Pohjoinen sijainti vähentää osaltaan auringon säteilyn määrää, mutta tämä ei yksin selitä eroa perustuotannossa Itämeren muihin altaiisiin verrattuna. Kasviplanktonin kasvukausi Perämerellä on 4 - 5 kuukautta, mikä on vähän verrattuna varsinaisen Itämeren 7 - 10 kuukauteen.

6.1.2 Eläinplankton

Kasviplanktonia hyödyntää pääasiassa eläinplankton. Perämeren eläinplanktonyhteisö on suhteellisen vähälajinen (liite 1, taulukko 2). Kasviplanktonyhteisön tavoin myös se muuttuu melko säännöllisesti vuoden aikana. Suurimman osan vuodesta yhteisöä hallitsevat hankajalkaiset. Kun vesi on lämpimimmillään loppukesällä, myös vesikirppuja on runsaasti. Vesikirput ovat tavallisia varsinkin rannikkovesissä, jossa ne voivat olla jopa vallitseva eläinplanktonryhmä. Lämpimän jakson aikana on lisäksi runsaasti rataseläimiä, mutta pienen kokonsa vuoksi niiden osuus biomassasta ei ole kovinkaan merkittävä. Eläinplankton on runsaimmillaan heinä- ja syyskuun välisenä aikana veden ollessa lämpimimmillään ja pian sen jälkeen. Eläinplanktonyhteisö ei ole Perämeressä yhtä tuottava kuin Itämeren eteläisissä osissa. Se on kuitenkin yllättävän runsas, kun ottaa huomioon kasviplanktonin pienen perustuotannon. Tuotantoa ylläpitävät osaksi jokivesien tuomat humusaineet, jotka kulkeutuvat ravintoverkossa eri reittejä pitkin.

Eläinplanktonyhteisön koostumus saattaa erota merkittävästi vuosien välillä veden lämpötilasta ja kerrostuneisuudesta riippuen. Lämpiminä vuosina vesi kerrostuu selvemmin, ja lämpö suosii tiettyjen lajien lisääntymistä. Tällöin useat rataseläin- ja vesikirppulajit sekä yksi hankajalkaislaji ovat yleensä erittäin runsaslukuisia. Osa eläinplanktonlajeista, etenkin vesikirput ja rataseläimet, näyttävät puuttuvan vapaasta vedestä kokonaan useiden talvikuukausien ajan. Ne säilyvät pohjassa lepomunina, jotka kuoriutuvat suotuisissa ravinto- tai sääoloissa. Toinen hienostunut eläinplanktoneliöiden sopeutumismekanismi on vuorokausirytmiiin liittyvä syvyysuuntainen vaeltaminen, joka on tyypillistä vesikirpuille niiden pienestä koosta huolimatta. Valoisana aikana vesikirput hakeutuvat syvemmälle välttääkseen näköaistin avulla saalistavia kaloja. Tässä kuvattujen eläinplanktonlajien (mesoeläinplankton) lisäksi on olemassa useita ryhmiä vielä pienikokoisempia planktoneliöitä, kuten ripsi- ja siimaeläimiä. Niillä on tärkeä osa mikrobiravintoverkossa.

Halkoisjalkaiset lasketaan usein vapaan vesimassan eliöihin, vaikka niitä esiintyy yhtä lailla pohjan läheisyydessäkin. Kesäisin ne vaeltavat vuorokaudenaikojen mukaan syvyysuunnassa. Öisin ne ovat veden pinnalla ja päivisin syvemmällä tai jopa pohjassa. Planktonin tyypillisimpiä edustajia ne eivät suuren kokonsa (1 - 2 cm) ja uintikykynsä vuoksi varsinaisesti ole. Halkoisjalkaiset ovat kaikkiruokaisia. Ne käyttävät hyväkseen niin eläin- kuin kasviplanktonia sekä kuollutta orgaanista ainesta, detritusta, joten niitä löytyy ravintoverkon useilta tasoilta. Halkoisjalkaiset ovat kalojen tärkeä ravinnonlähde. Niitä onkin istutettu Ruotsin säännöstelyille tunturijärville parantamaan siellä elävien kalalajien ravintotarjontaa.



Ravintoverkon perinteinen (*grazing food chain*) ja mikrobiketju (*microbial loop*).
The grazing food chain and microbial loop.

Phytoplankton = kasviplankton

Zooplankton = eläinplankton

Herbivores = kasvinsyöjät

Predators = pedot

Flagellates = siimaeläimet

Ciliates = ripsieläimet

Dissolved organic matter (DOM) = liukoinen orgaaninen aines

Inorganic nutrients = epäorgaaniset ravinteet

(Furman, Salemaa, Välipakka & Munsterhjelm 2004).

6.2 Syvän veden pohjat

Perustuotanto puuttuu niiltä pohjilta, joiden valaistus ei riitä pohjaleville ja vesikasveille. Syvillä pohjilla eläimet saavat ravintonsa joko saalistamalla tai hyödyntämällä ylemmistä vesikerroksista vajonnutta kasviplanktonia tai muuta kuollutta orgaanista aineesta. Pohjamateriaali on useimmiten pehmeää sedimenttiä, jonka sisään kaivautuneina pohjaeläimet elävät.

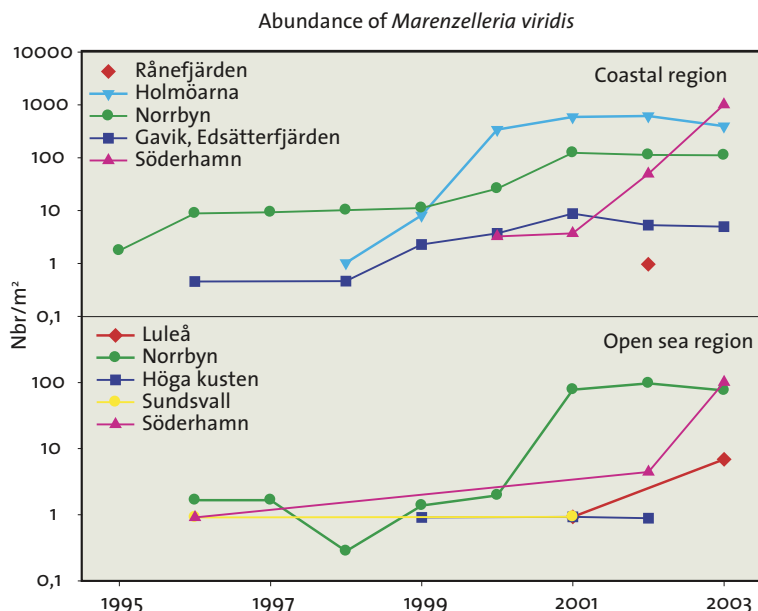
Perämeren syvien pohjien makrofauna on erittäin vähälajinen. Tähän ovat syinä pääasiassa pieni suolapitoisuus sekä koko Itämeren historian ajan vallinnut epävakaus. Nykypäiviin asti valkokatka ja kilkki ovat olleet lähes ainoat syvien merenpohjien lajit. Näistä kilkki on peto, joka elää saalistaen valkokatkaa. Kilkki voi syödä myös raatoja, esimerkiksi kuolleita kaloja. Valkokatkat ruokailevat sedimentin pinnalla, mistä löytyy

runsaasti ylemmää vajonnutta ainesta, lähinnä kasviplanktonia. Viime vuosina alueelle on saapunut yksi Itämeren tulo- kaslajeista, amerikansukasmato *Marenzelleria viridis**. Se on luultavasti kulkeutunut Itämereen painolastivesien mukana ja on sittemmin levinnyt luontaisesti tällä merialueella. Lajia esiintyy jo nyt lukuisana Merenkurkun alueen Holmön lähis- töllä. Suomen puolella Perämerta se on levinnyt ainakin Kokkolaan asti. Myös Ruotsin puolella on tehty joitakin havaintoja pohjoiselta Perämereltä. On odotettavissa, että amerikansukasmato runsastuu edelleen. Se voinee asuttaa myös syviä pohjia ja siten rikastuttaa tämän elinympäristön niukkalajista yhteisöä. Pohjilla tai niiden tuntumassa esiintyy usein myös halkoisjalkaisia. Nämä eläimet kuuluvat osittain vapaaseen veteen.

Makrofauna ja meiofauna

Pohjien selkärangattomat eläimet jaetaan ryhmiin koon mukaan. Jako perustuu siihen, minkä silmäkoon seulan ne läpäisevät. Makrofaunaan kuuluvat suurikokoiset eläimet, jotka eivät läpäise 1 mm seulaa. Meio- faunaan luetaan ne eläimet, jotka menevät 0,5 mm seulan läpi, mutta jäävät 0,045 mm seulalle. Nämä eläimet ovat bakteereja suurempia, mutta pienen kokonsa vuoksi kyke- nevät elämään pohjasedimentin hiukkasten välissä.

* Uusimmat tutkimukset osoittavat, että laji ja syntyperä ovat vielä jokseenkin epäselvät ja niitä voidaan vielä joutua korjaamaan.



Amerikansukasmadon *Marenzelleria viridis* tiheydet (lkm/m²) Perämeren rannikkoalueilla (coastal region) ja avomerellä (open sea) (Karlsson & Leonardsson 2002. Mjukbottenfauna. Bottniska Viken 2003).
The densities of *Marenzelleria viridis* (ind./m²) in some coastal and open sea bottoms of the Bothnian Bay.

Rannan lähellä lajisto runsastuu. Yleisiä ovat esimerkiksi liejukatka, leväkatkoat ja monet makeanveden lajit. Merenkurkun pohjoisosassa muodostaa joidenkin Itämeren lajien pysyvän esiintymisen pohjoisen rajan. Itämerensimpukan levinneisyys ulottuu Suomen puolella Pietarsaaren alueelle, mutta Ruotsin puolella laji on levinnyt juuri ja juuri Perämeren puolelle. Hiukkasia suodattamalla ravintonsa hankkivat simpukat puuttuvat kokonaan ulkomeren alusvedestä. Perämeren syvissä osissa ei ole mitään muutakaan eläinryhmää, joka hankkisi ravintonsa suodattamalla. Näin täydellinen suodattajien puuttuminen merialueelta on ainutlaatuinen piirre.

Pohjaeläimillä on tärkeä merkitys kalojen ravinnonlähteenä. Härkäsimppu on

erikoistunut syvillä pohjilla kilkkiin ja valkokatkaa saalistaa puolestaan siika. Kilkki kuuluu myös itämerennorpan ravintovalikoimaan. Syvillä pohjilla elävien eläinten määrä vähenee Itämeren alueella etelästä pohjoiseen. Perämeressä pohjaeläinten biomassa neliometriä kohti on vain murto-osa vastaavasta biomassasta Selkämeren puolella. Yhtenä syynä biomassan vähäisyyteen on kasviplanktonin niukkuus. Koska pohjaeläimistö on riippuvainen vapaassa vedessä tuotetusta ja sieltä edelleen pohjaan sedimentoituneesta aineksesta, on kasviplanktonbiomassan ja pohjaeläinten määrän välillä selvä yhteys. Pohjaeläinten väheneminen Selkämeren ja Perämeren välillä on kuitenkin liian suuri selitettäväksi pelkästään kasviplanktonin vähäisyydellä. Perämeressä eläinplankton hyödyntää epätavallisen suuren osan vapaassa vedessä tapahtuvasta kasviplanktonituotannosta. Vain pieni osa kasviplanktonista sedimentoituu pohjaan, jossa pohjaeläimet pääsevät sitä syömään. Perämeren ulapan ravintoverkko onkin hyvin tehokas, ja pohjaeliöstön käyttöön jää vain pieni osa tuotetusta ravinnosta.

Eläinten olosuhteet Perämeren syvillä pohjilla ovat epäsuotuisat, koska tarjolla on vain vähän ravintoa. Lämpötilan ”käänteinen” vuosirytmistö huonontaa tilannetta entisestään. Ravinnontarjonnan ollessa korkeimmillaan kesäaikana on veden lämpötila pohjalla alimmillaan, usein vain noin +1 °C, minkä vuoksi pohjaeläinten ravinnonhankinta ei ole kovin tehokasta. Toisaalta talvella ravintoa ei juurikaan ole tarjolla, mutta veden lämpötila pohjan tuntumassa on korkeampi, mikä aiheuttaa eläinten aineenvaihduntahävikin kasvua. Ehkä juuri käänteinen lämpötilan vuosirytmistö on yksi syy siihen, miksi valkokatkat ovat Perämeressä pienempiä kuin etelämpänä Itämeressä. Alusveden happitilanne on Perämeressä kuitenkin pohjaeläinten kannalta suotuisa tekijä. Veden vaihtuvuus on hyvä, eikä kuolleita pohjia ole.

Meiofauna ei vähene Itämeressä etelästä pohjoiseen mentäessä yhtä selvästi kuin makrofauna. Sen biomassa neliometrillä on itse asiassa yhtä suuri tai jopa suurempi kuin makrofaunan biomassa, eli tilanne on päinvastainen kuin etelämpänä. Meiofaunan merkitys saattaa olla Perämeressä erityisen suuri muihin merialueisiin verrattuna. Syytä tähän ei ole vielä täysin selvitetty. Perämeressä meiofaunalajisto on huomattavasti monipuolisempi kuin makrofaunalajisto. Sen tyypillisimpiä edustajia ovat sukkulamadot, nivelmadot, pohjan hankajalkaiset ja raakkuäyriäiset.

6.3 Matalikot

Matalissa vesissä pohjien elinympäristöt ovat monipuolisemmat. Riittävä valaistus mahdollistaa pohjalle kiinnittyvän kasvillisuuden esiintymisen, mikä suosii useiden eläinlajien esiintymistä. Lisäksi vaihteleva pohjamateriaali, kuten lieju, hiekka, sora ja kivet, lisää elinympäristön monipuolisuutta ja suosii lajirunsausta. Matalikot ovat usein rannikon lähellä ja tämän takia makeanveden vaikutuksen piirissä. Lukuisten makeanveden lajien ansiosta kasvisto ja eläimistö on rikkaampaa kuin ulapan pohjilla. Erityisesti lahdissa ja saaristoalueilla makeaa vettä on paljon, ja veden vaihtuvuus avomeren kanssa on rajoittunut. Pohjoisimmalla Perämerellä makeanveden vaikutus on merkittävä ulkosaaristossa asti ja siellä makeanveden lajeja tavataan etäällä rannikosta. Toisaalta Perämerelle tyypillinen niukkalajisuus ilmenee sellaisissa ulkosaaristoissa, joissa paikallinen makeanveden vaikutus puuttuu. Joidenkin matalikkojen kasvisto ja eläimistö ovat muista syistä sekä yksilö- että lajimääriltään pieniä. Näitä ovat esimerkiksi avoimet hiekka- ja sorapohjat.

Matalikoilla pohjan kasvistossa ja eläimistössä voi olla suuria alueellisia eroja. Pohjamateriaalin laatu on ratkaiseva, ja kovilla ja pehmeillä pohjilla on omat kasvi- ja eläinyhdyskuntansa. Monilla alueilla on sekaisin pehmeitä ja kovia pohjia, jolloin kasvi- ja eläinlajisto on sekoitus näiden pohjatyypin yhteisöistä. Erot johtuvat suureksi osaksi

siitä, kuinka alttiina pohja on aaltojen vaikutukselle. Avoimien rannikkojen, niemien ja ulkomeren yksittäisten saarten matalikoilla on usein isoja lohkareita, kivikkoa ja soraa, mutta rannikkoa kohti mentäessä pohja muuttuu pehmeämmäksi. Sisäsaaristoissa ja suojaississa lahdissa pohja on usein kauttaaltaan pehmeä ja voi koostua esimerkiksi saviliejusta. Geologisilla olosuhteilla on tärkeä merkitys erilaisten pohjamateriaalien muodostumisessa. Haaparannan ja Tornion saaristossa sekä Oulun edustalla on ulko-saaria myöten hiekkapohjaa, kun taas Västerbottenin rannikolla ja pohjoisessa Merenkurkussa pohja muodostuu lohkareista, kivistä ja sorasta. Kalliopohjat ovat erittäin harvinaisia Perämeren ja Merenkurkun alueella.

6.3.1 Kovat pohjat

Perämeren kovilla sora-, kivi-, lohkare- ja kalliopohjilla elää vain vähän lajeja (liite 1, taulukko 3). Kattegatin ja Skagerrakin kallioisia rantoja asuttavat lukuisat pohjalevät ja alustaan kiinnittyneet eläimet ovat suolaisen veden lajeja, jotka eivät kykene elämään Perämeressä. Murtovesi ei kuitenkaan ole ainoa syy siihen, että lajisto on niukkaa. Talvikuukausina jäät repivät useimmat kesäaikaan juurtuneista kasveista etenkin ulompana saaristoissa. Valleiksi kasautuneet jäät voivat kuluttaa pohjia jopa lähes 30 metrin syvyydestä. Yleensä jäiden vaikutus ulottuu kuitenkin vain puolesta metrillä reilun metrin syvyyteen. Myös veden pinnan korkeusvaihtelu lisää matalimman vyöhykkeen elinympäristöjen ankaruutta. Vaikka Perämeressä ja Itämeressä vuoroveden vaikutus on lähes olematon, vaihtelee pinnankorkeus huomattavasti sääolosuhteiden mukaan. Vaihtelu on epäsäännöllistä ja seurauksena on matalimman vyöhykkeen usein pitkäkestoinen kuivuminen sekä sen kasvi- ja eläinlajiston köyhtyminen. Tämä eroaa vuorovesialueiden rantavyöhykkeestä, jonka rikas kasvi- ja eläinlajisto on sopeutunut säännölliseen ja lyhytkestoiseen veden korkeusvaihteluun.

Ankarat talviolosuhteet saavat aikaan sen, että kovilla pohjilla vallitsevat yksivuotiset kasvit. Niitä ovat etenkin rihmamaiset viherlevät, kuten palleroahdinparta ja ahdinparta, mutta kivien päällä on myös piileväkasvustoja. Ruskoleviä Perämeressä on niukasti toisin kuin Itämeren eteläisissä osissa, missä on reheviä rakkolevämetisiä. Kotilot ja katkat ovat tyypillisiä esimerkkejä kovien pohjien liikkuvista eläimistä. Paikallisesti esiintyy muutamia pohjaan kiinnittyviä eläimiä kuten sieni- ja sammaleläimiä. Kovat merenpohjat ovat tärkeitä harjuksen, silakan ja karisiian kutupaikkoja.

6.3.2 Pehmeät pohjat

Kasvi- ja eläinyhteisöt ovat monipuolisemmat pehmeäpohjaisilla matalikoilla, joiden pohjamateriaali on savea - hiekkaa (liite 1, taulukko 4). Varsinkin suojaississa paikoissa, joissa makean veden vaikutus on suuri, voi esiintyä runsaasti erilaisia hyönteisiä ja makeanveden kotiloita. Putkilokasvit, näkinpartaiset ja sammalet ovat tyypillisiä lajeja sisäsaariston pehmeillä pohjilla. Koville pohjille tyypillisiä viherleviäkin esiintyy, mikäli niille löytyy sopivaa kovaa kasvualustaa. Yksi erikoisuus on eräs keltalevä, joka voi muodostaa pohjaa peittäviä mattoja. Maton alle kertyvä kaasua saattaa nostaa maton pintaan asti. Maton repeillessä se vajoaa takaisin pohjalle. Perämeren pohjoisosien tasaisten, matalien ja suojaisten liejupohjien mutayrttikasvillisuus on suhteellisen ainutlaatuinen Itämeren alueella. Tyypillisiä lajeja ovat hapsiluikka, mutayrtti, äimäruoho ja uposvesitähhti. Ulompana saaristossa kasvillisuus köyhtyy ja koostuu pääasiassa levistä. Yleisiä ovat erilaiset näkinpartaiset, joita voi esiintyä myös hiekka- ja sorapohjilla.

Pehmeiden pohjien eläimistö muodostuu muun muassa kotiloista ja hyönteisten vedessä elävistä toukkavaiheista. Simpukoita on pääasiassa rannan lähellä, jossa makeanveden vaikutus on suuri. Poikkeuksena on itämerensimpukka, jota tavataan pienellä

alueella Perämeren eteläosassa Suomen rannikolla. Syvien, pehmeiden pohjien tyyppi-lajit, valkokatka ja kilkki, sekä useat meiofaunaan kuuluvat lajit voivat elää myös matalissa vesissä.

Hiekkapohjat sijoittuvat jokseenkin pehmeiden ja kovien pohjien välille. Tuulen ja aallokon muokkaamien hiekkapohjien pohjamateriaali on liikkuvaa ja usein paljasta. Suojaisemmissa paikoissa ja alueilla, joilla esimerkiksi kivet sitovat hiekkaa, sen pinnalle voi kertyä eloperäistä ainesta ja piileviä. Elinolot ovat tuolloin suotuisimmat, ja alueelta saattaa löytyä myös putkilokasveja, näkinpartaisia ja kotiloita.

Kasvillisuuden hallitsevat matalikot ovat tärkeitä elinympäristöjä monille kalalajeille ja linnuille. Näillä alueilla on tarjolla sekä ravintoa että suojaa. Perämeren ulkosaariston ja avomeren karuus ja vähätuottoisuus vain korostaa matalien, runsaskasvisten vesialueiden merkitystä. Pohjoisen Perämeren matalilla, kasvillisuuden valtaamilla vesialueilla tehdyt mittaukset ovat osoittaneet, että näiden alueiden perustuotanto voi paikallisesti olla verrattavissa jopa Itämeren rakkolevävyöhykkeessä vallitsevaan tasoon. Luonnollisesti tällaisen tuottavan kasvillisuuden levinneisyys on Perämeressä paljon suppeampi.

Fladat ja kluuvijärvet

Fladat ja kluuvijärvet ovat erikoisia Perämeren rannikolla esiintyviä elinympäristöjä. Ne ovat rannanläheisiä vesialueita, jotka ovat kuroutuneet irti merestä maankohoamisen seurauksena. Fladalla on aina yhteys mereen salmen kautta. Kluuvijärvellä on ainoastaan tilapäinen yhteys mereen myrskyjen aikaan tai kun merivesi on muuten korkealla. Kluuviflada on fladan ja kluuvijärven välimuoto. Samalla, kun flada kuroutuu irti merestä, sen kasvillisuus ja eläimistö muuttuu vähitellen suolapitoisuuden pienene-misen myötä makeanveden lajistoksi. Fladat ja niiden myöhäisemmät vaiheet ovat usein matalia, korkeimmillaan metrin tai pari syviä. Niiden kasvillisuus on rehevä verrattuna ympäröivän meren kasvillisuuteen. Biologinen tuotanto on suhteellisen suuri ja vesi lämpenee keväällä nopeasti. Tämän takia fladat ovat tärkeitä kevätkutuisten kalojen, kuten hauen, ahvenen ja särjen poikastuotantoal-ueita. Runsastuottoisissa fladoissa poikasille on tarjolla runsaasti ravintoa, esimerkiksi surviaissääsken toukkia. Myös linnuille fladat ovat tärkeitä pesimäalueita. Pitkän jäätymisjakson ja suuren biologisen tuotannon takia kevättalvella saattaa esiintyä hapenpuutetta, etenkin jos flada jäätyy pohjaan asti. Hapenpuute edistää samalla ravinteiden vapautumista pohjasedimentistä. Tuotanto lähtee jälleen nopeasti käyntiin jäiden lähdön jälkeen, kun vesi hapettuu sulamisvesien ansiosta. Fladat ja kluuvi-järvet ovat tärkeitä elinympäristöjä, koska ne ovat hyvin tuottavia kokonaisuuksia muuten kohtalaisen karun merialueen yhteydessä. Ne ovat kuitenkin hyvin herkkiä ympäröivillä maa-alueilla tehtäville toimenpiteille. Esimerkiksi ojitus vaikuttaa suuresti fladojen makeanveden saantiin.

6.4 Kalat, hylkeet ja linnut

6.4.1 Kalat

Pienen suolapitoisuuden takia Perämeren kalastosta valtaosa on alkuperältään makean veden lajeja (liite 1, taulukko 5). Makean veden lajeja on noin kaksikymmentä, merel-lisiä vain kahdeksan. Viisi lajeista kutee yksinomaan joissa. Merenkurkun pohjoisosa muodostaa eräiden merikalujen, esimerkiksi kampelan, kilohailin ja turskan pysyvän levinneisyysalueen pohjoisen rajan. Perämeren kalat voidaan jaotella edelleen lämpimän ja kylmän veden lajeihin sen mukaan, millaista lämpötilaa ne suosivat. Lämpimän veden kalat esiintyvät ympäri vuoden matalissa rantavesissä ja pysyttelevät suhteellisen rajatuilla alueilla. Näitä ovat useimmat makean veden lajit, kuten ahven, särki, kiiski, lahna, säyne, hauki ja salakka. Kylmän veden kalat, kuten silakka, muikku, siika ja härkäsimplu, elävät useimmiten syvissä vesissä kaukana rannasta, mutta

tulevat talvisin mielellään matalaan veteen. Rannan laadulla on suuri merkitys eri kalalajien esiintymiselle. Laajat matalikot saaristossa ovat mieluisampia lämpimien vesien kaloille, kun kylmän veden kalat levittäytyvät kesäisin laajemmalle alueelle. Toisaalta avoimilla rannikoilla kylmän veden kalat, esimerkkinä siika ja silakka, saattavat esiintyä lähempänä rantaa myös kesäisin. Lämpimän veden kalat hakeutuvat tällaisilla alueilla lähelle jokien ja purojen suita.

Vaikka monia kylmän veden kaloja esiintyy ajoittain kaukana rannikosta, elävät niistä useimmat pääosin saaristoalueella ja rannikkovesissä. Ulapalla yleisiä ovat silakka, muikku, kuore ja ajoittain lohi, talvisin kolmipiikki. Perämeren avovesissä ei ole juuri petokaloja, kuten turskaa ja makrillia, jotka ovat yleisiä eteläisellä Itämerellä. Petojen vähäisyys on melko ainutlaatuista merialueille. Isoa lohta liikkuu toki ulappa-alueillakin runsaasti, mutta Perämerellä niitä on ainoastaan tiettyinä vuodenaikoina. Meritaimenta on vähän.

Pohjanlahden Ruotsin puoleisella rannikolla tehdyssä kalastotutkimuksessa ei todettu merkittävää vaihtelua paikallisten lämpimän veden kalojen määrässä eteläiseltä Selkämereltä pohjoiselle Perämerelle. Kalasto ei siis köyhy pohjoista kohti. Ravinnon, etenkin tarjolla olevien pohjaeläinten määrä sen sijaan pienenee pohjoista kohti. Kalamääriin vaikuttanevat muutkin tekijät kuin ravinnon saatavuus. Saman saaristoalueen kalastossa sen sijaan näkyy eroja siten, että esimerkiksi ahventa on ulompana kuin särkeä. Kiiskikanta on sitä vastoin vahva kaikkialla.

Vaelluskaloista tunnetuimpia ovat lohi ja meritaimen, joiden elämään kuuluu oleellisesti kutuvaellus jokiin. Perämerellä myös monet alkujaan makean veden kalalajit hakeutuvat kutemaan jokisuille tai fladoihin ja kluuvijärviin. Osa vaeltaa jopa jokien alajuoksulle. Näin tekevät myös lajit, joita yleensä ei pidetä vaelluskaloina, kuten ahven ja hauki. Pieni suolapitoisuus rannikon tuntumassa ei luultavasti ole tärkein syy siihen, että kalat hakeutuvat näille alueille. Matalat alueet lämpenevät alkukesällä nopeasti ja rannan tuntumassa on lisäksi usein kasvillisuutta antamassa sekä suojaa että ravintoa. Kalanpoikaset kasvavat nopeammin ja niiden säilyvyys on parempi. Myöhemmin loppukesällä ja syksyllä monet nuoret kalat vaeltavat pois matalikoilta. Tällöin avomerelläkin lämpötila on jo korkeampi ja ravintotilanne parempi. Osa rannikon vesialueista voi tuolloin olla osittain umpeenkasvaneina tai kuivuneina. Makeanveden lajit ovat usein uskollisia kutualueilleen ja palaavat sinne vuosittain. Perämeressä eläville makeanveden kaloille on tyypillistä voimakas riippuvuus matalista, suojaaisista lahdista ja fladoista. Tietyillä alueilla makeanveden kalat kutevat ainoastaan suljetuilla makean veden alueilla kuten kluuvijärvissä. Kudun onnistuminen riippuu tällöin voimakkaasti keväällä vallitsevasta vesitilanteesta, johon puolestaan vaikuttaa lumen ja sen myötä sulamisvesien määrä.

Muikku

Itämeren alueella muikkua kalastetaan käytännössä vain Perämeressä, jossa se on tärkeä saalislaji. Muikun pohjoista levinneisyyttä Itämeressä selittää se, että laji vaatii kutua varten varsin pienen suolapitoisuuden, enintään 0,2 - 0,4 ‰. Muikku kutee matalassa vedessä syksyllä. Myös pyynti keskittyy syksyyn. Muikun mäti on haluttua herkkua etenkin Ruotsin puolella. Muikun pääasialliset kutu- ja kasvialueet sijainnevat Perämeren Ruotsin puoleisella rannikolla, jossa ympäristö on kudun kannalta suotuisampi. Kudun jälkeen muikku talvehtii sisäsaaristossa, mutta lähtee seuraavana vuonna ulkomerelle, jossa se voi vaeltaa pitkiäkin matkoja. Ulkomerellä eri saaristoalueiden muikut saattavat sekoittua keskenään, mutta silti ne voidaan jakaa eri populaatioihin kutualueiden mukaan. Muikku on tehokas eläinplanktonin syöjä, joka kasvaa melko nopeasti ja tulee sukukypsäksi yleensä toisen elinvuotensa aikana. Pituuskasvussa

on eroja eri kantojen välillä. Haaparannan alueelta peräisin olevat yksilöt kasvavat nopeimmin, vaikka alue sijaitsee pohjoisimpana. Syytä tähän ei vielä tunneta.

Siika

Perämeressä on kaksi siikamuotoa, joista karisiika kutee meressä ja vaellussiika joessa. Ulkonäön perusteella kaloja voi olla vaikea erottaa toisistaan, mutta vaellussiika kasvaa karisiikaa suuremmaksi. Karisiika yleistyy Itämeren pohjoisosia kohti. Merenkurkun ja Suomen puoleisen Perämeren alueet ylläpitävät koko Itämeren vahvimpia karisiikkakantoja. Karisiika hakeutuu mataliin vesiin lähinnä talvikuukausien aikana. Kesäaikaan kalat oleskelevat syvemmissä vesissä ja käyttävät ravinnokseen muun muassa eläinplanktonia ja valkokatkoja. Karisiika on suhteellisen paikallinen. Se on todennäköisesti jakaantunut kantoihin, joilla on erilliset lisääntymisalueet. Kutu tapahtuu lähellä rantaa, ja poikaset vaeltavat kuoriutumisen jälkeen mataliin, hiekkapohjaisiin vesiin, missä ne oleskelevat alkukesän. Sopivien hiekkapohjaisten lisääntymisalueiden saatavuus on oleellista karisiikan esiintymiselle. Tällaisia alueita löytyy laajalti muun muassa Perämeren luoteisosista ja Suomen puoleiselta rannikolta. Karisiikan lisääntymismenestys vaihtelee eri alueilla yleensä samansuuntaisesti, mikä viittaa siihen, että suurimittaisilla sääolosuhteiden muutoksilla voi olla merkitystä lisääntymiselle. Jokiku-
tuinen siika vaeltaa kutualueille lokakuussa. Vaellussiika on kärsinyt rajusti vesivoimarakentamisesta ja jokien säännöstelystä. Lähes kaikki kannat ovat istutusten varassa ja myös luontaisesti lisääntyviä kantoja tuetaan istutuksin. Vaellussiikat voivat vaeltaa jopa 500 km etelään, missä ne voivat hyödyntää sekä lämpimämpää vettä että monipuolisempaa pohjaeläintarjontaa.

Silakka

Silakka on yleisin Perämeren merellisistä kalalajeista. Sitä pidetään sillin kanssa samana lajina, mutta silakka ei kasva yhtä suureksi kuin silli. Lisäksi silakan ulkonäkö muuttuu asteittain Itämerellä, muun muassa selkänikamien määrä pienenee ja pään koko suhteessa muuhun ruumiiseen suurenee. Silakalla myös rasvapitoisuus on pienempi kuin sillillä. Silakka kutee parvissa matalissa vesissä, ja mäti takertuu pohjalle tai rihmamaisille leville. Pehmeitä pohjia silakka välttelee. Itämeressä on sekä keväällä että syksyllä kutevia silakkakantoja. Perämeressä kutuaika on myöhäinen ja suhteellisen pitkäkestoinen, ja alkaa yleensä kesäkuussa. Silakka syö etupäässä eläinplanktonia, mutta sen ruokavalioon kuuluvat myös halkoisjalkaiset ja valkokatkat. Silakka itse on tärkeä ravintokohde esimerkiksi lohelle.

Lohi

Lohen pyynnillä on ollut ja on edelleen suuri taloudellinen merkitys. Itämeren lohi on samaa lajia kuin Atlantin lohi, mutta se on eriytynyt Atlantin lohesta sekä maantieteellisesti että perinnöllisesti. Luonnossa syntynyt villilohi vaeltaa jo alkukesällä jokeen, jossa se kutee myöhemmin syksyllä. Se etsii nopeasti virtaavia jokiosuuksia, joilla on kirkas vesi ja sopivankokoista soraa, johon mäti on hyvä kaivaa. Mäti kuoriutuu seuraavana keväänä. Ruskuaispussipoikaset pysyttelevät soran seassa. Kun ruskuaispussin ravinto on käytetty, ne nousevat vapaaseen veteen. Hieman isommat lohenpoikaset valtaavat omat reviirit. Jokipoikasten kyljillä on tyypillinen täplikäs kuviointi. Nuoret lohet vaeltavat merelle yhden ja neljän ikävuoden välillä noin 10 - 20 cm pituisina. Smolteiksi eli vaelluspoikaisiksi muuttuessaan ne käyvät läpi monenlaisia muutoksia, muun muassa saavat uuden hopeansävyisen värityksen. Osa koiraslohistä jää koko elämänsä ajaksi jokeen ja saavuttaa siellä sukukypsyyden. Pienestä koostaan huolimatta ne voivat hedelmöittää jokeen vael-

tavia naaraskaloja. Mereen laskeutuvista lohista useimmat vaeltavat varsinaiselle Itämerelle asti syömään ja kasvamaan, mutta osa jää tiettävästi ruokailemaan Perämerelle. Lohi viettää meressä 1 - 4 vuotta ennen palaamista syntymäjokeensa kudulle. Nousulohien koko on 50 - 110 cm (2 - 20 kg). Kudun jälkeen suuri osa kaloista kuolee. Jotkut vaeltavat takaisin mereen ja saattavat vielä kerran palata lisääntymään kotijokeensa.

Meritaimen

Meritaimenen elämänkaari on olennaisilta osiltaan samanlainen kuin lohella. Kasvu-alueena on meri ja kutualueet sijaitsevat joessa. Meritaimen vaeltaa kuitenkin myös pieniin vesistöihin ja hyödyntää jokien pieniäkin sivuhaaroja. Meritaimen näyttää suosivan myös hidasvirtaisempia paikkoja kuin lohi. Merivaelluksen aikana taimen ei vaella yhtä etäälle kuin lohi, vaan pysyttelee yleensä lähempänä rannikkoa, noin 20 - 100 km:n etäisyydellä kutujoen suulta. Rannikkovaelluksiin vaikuttavat lähinnä merellä vallitsevat virtaukset. Suomen rannikolla vaellus suuntautuu tämän takia pääosin pohjoista ja Ruotsin puolella etelää kohti. Kutuvaelluksen ajankohta riippuu muun muassa joessa kuljettavan matkan pituudesta. Jos matkaa kutualueille kertyy paljon, alkaa vaellus aikaisemmin. Perämeren meritaimenet eivät kasva yhtä kookaiksi kuin niiden lajikumppanit eteläisellä Itämerellä. Koska meritaimen kutee melko pienissä vesistöissä, on se lohta alttiimpi esimerkiksi happamoitumisen vaikutuksille. Myös ankarat talvet voivat olla meritaimenelle haitallisia. Pienten vesistöjen jäätyminen pohjaan asti kylminä ja vähälumisina talvina voi heikentää mädin ja poikasten säilyvyyttä laajoilla alueilla.

Harjus

Harjus on etupäässä makeanveden kala, mutta sitä esiintyy myös Perämeren ja Merenkurkun matalissa vesissä. Etelässä levinneisyysalue ulottuu Selkämeren rannikkoalueelle. Perämeren harjus jakaantuu erillisiin kantoihin, joista osa vaeltaa jokiin kutemaan. Kutuvaellus ajoittuu yleensä toukokuulle, ja harjukset palaavat heti kudun jälkeen takaisin rannikkoalueille. Joessa syntyvät harjukset laskeutuvat mereen muutaman kuukauden ikäisinä. Ne kasvavat siellä muutaman vuoden ennen kuin palaavat jokeen kutemaan ensimmäistä kertaa. Muiden kantojen harjuksista osa kutee pian jäänlähdon jälkeen rannikoiden tuntumassa kivi- tai sorapohjilla, joissa on virtausta. Yksi vahvimista tämän tyyppisistä kannoista lienee Merenkurkussa, etenkin sen länsiosassa. Harjus syö monentyyppistä ravintoa, kuten katkoja, kotiloita ja päivänkorennon toukkia sekä veden pinnasta pyydystämiään hyönteisiä. Harjus on etenkin urheilukalastajien suosiossa.

Made

Made kuuluu turskakaloihin. Se on sukunsa ainoa makean veden laji. Made pystyy elämään myös murtovedessä, jos suolapitoisuus on riittävän alhainen. Made suosii kylmää vettä ja hakeutuu kesäksi syvänteisiin, mutta tulee talveksi matalampiin vesiin. Ravintovalikoimaan kuuluvat kilkki, valkokatka ja muut katkat sekä kaloista kolmi- piikki, kiiski, muikku, kuore ja kivisimppu. Perämeren mateet ovat tiettävästi jakaantuneet eri kantoihin, joista osa kutee mereen yhteydessä olevissa joissa tai järvissä. Osa mateista kutee rannikon lähellä. Järvi- ja jokikutuiset mateet aloittavat kutuvaelluksen syyskuussa. Merkintöjen avulla on voitu osoittaa, että niin järvi- ja jokikutuiset kuin merikutuiset mateet palaavat omille kutualueilleen vuodesta toiseen. Perämeressä ja sen siihen laskevissa joissa kutu on yleensä helmi-maaliskuussa. Kutualustana on hiekka ja muu hienorakeinen pohjamateriaali.

Kuore

Kuore on ulapan parvikala, joka nousee jokiin kutemaan huhti-toukokuussa. Kudun jälkeen kuore vaeltaa takaisin syvempiin ja kylmempiin vesiin. Useat kalalajit, esimerkiksi ahven, hauki ja made, käyttävät kuoretta ravintonaan. Kuore on hyvin yleinen Merenkurkun alueella.

Nahkiainen

Nahkiainen vaeltaa virtaaviin jokivesiin kutemaan. Kehitykseen kuuluu erikoinen 4 - 6 vuoden pituinen toukkavaihe. Sokeat toukat elävät kaivautuneina jokien pohjamutiin ja rantapenkkeihin, missä ne suodattavat ravinnokseen pieniä kasvi- ja eläinpartikkeleita. Kymmenen senttimetrin mittaisena toukka käy läpi täydellisen muodonmuutoksen ja siitä tulee uimakykyinen aikuinen. Tuolloin se vaeltaa rannikon läheisille vesialueille ja aloittaa loisivan elämäntyylin tarttumalla imusuunsa avulla kiinni kaloihin. Muutaman meressä vietetyn vuoden kuluttua nahkiainen palaa jokeen kutemaan. Kudun jälkeen kuolleet ja jokea alas mereen ajautuvat nahkiaisit ovat isokoskeloiden ja lokiien herkkua

6.4.2 Hylkeet

Perämeressä esiintyy kaksi hyljelajia. Alkujaan arktinen Itämerennorppa *Phoca hispida botnica* on hylkeistä paremmin sopeutunut Perämeren oloihin. Norppa asutti Itämeren 11 500 vuotta sitten, pian viimeisimmän jääkauden jälkeen. Norpalla on Itämeressä kolme lisääntymisaluetta: Perämeri, Suomenlahti ja Riianlahti, joiden norpat ovat melko lailla eriytyneet toisistaan. Norppa synnyttää poikasensa kiintojäällä lumiluoliin. Merenkurkussa lisääntymiskausi ajoittuu helmi-maaliskuulle. Naaras suosii kasaantunutta, rikko-naista jäätä, mistä löytyy lunta pesän kaivamiseen. Myös koiraalla on pesäkolo. Norppa pitää jäiden kasaantumisen aikaansaamia avantoja avoimina joko käyttämällä niitä sukellusreikinä tai särkemällä niihin muodostuvaa jäätä päällään. Suurimman osan kesästä norppa viettää yksinäistä elämää laajalla alueella, eikä sitä tavata yhtä usein kuin Perämeren toista hyljelajia, harmaahyljettä. Norppa syö silakkaa ja simppeja, mutta ensimmäisen elinvuotensa aikana ja aikuisena myös talvisin se käyttää ravinnokseen suuria määriä kilkkia ja muita äyriäisiä. Norppa saalistaa keskimäärin pienempiä kaloja kuin harmaahylje. Se oleskelee sulan veden aikaan lähempänä rannikkoa kuin harmaahylje ja saattaa nousta jopa jokiin.

Harmaahylje eli halli *Halichoerus grypus* on norppaa suurempi. Se esiintyy pääsääntöisesti kaukana rannikolta uloimmilla karikoilla tai talvisin etäisimpien jäiden reunoilla. Harmaahylje on helpommin nähtävissä kuin norppa, sillä se viihtyy suurina parvina pienten saarten lähistöllä ja loikoilee usein karikoilla. Helmikuun lopulla tai maaliskuussa harmaahylje synnyttää poikasensa suoraan jälle. Toisin kuin norppa, se ei osaa pitää jäässä olevia reikiä avoinna ja onkin riippuvainen avoveden läheisyydestä. Tästä syystä levinneisyysalue on eteläisempi kuin norpalla. Harmaahylje voi lisääntyä menestyksellisesti jopa Merenkurkun alueella leutoina talvina, joita 1990-luvulla on ollut runsaasti. Aikoinaan elämä lisääntymisaikana lähellä jään reunaa saattoi olla vaarallista. Yhteys avoveteen katkesi myrskyjen kasatessa jäätä tai kovilla pakkasilla, kun vesi jäättyi nopeasti. Tällöin harmaahylkeet olivat metsästäjille helppoa saalista. Lisääntymiskauden jälkeen, touko-kesäkuussa, harmaahylkeet loikoilevat usein saaristoissa ja vaihtavat siellä karvansa. Hylkeitä voi nähdä tämän jälkeen saariston tuntumassa läpi kesän. Olosuhteista riippuen hylkeet voivat oleskella jopa jäällä karvan vaihdon aikaan. Harmaahylkeen ravintovalikoimaan kuuluvat silakka, turska, lohikalat ja kampela. Se on Perämeren kahdesta hyljelajista tunnetumpi, koska se aiheuttaa vahinkoa kalastajille kokemalla ja rikkomalla pyydyksiä.

6.4.3 Linnut

Perämeressä ja Merenkurkun pohjoisosissa on alueita, jotka sopivat mainiosti erityyppisille lintulajeille (liite 1, taulukko 6). Alue ylläpitääkin monipuolista pesimälinnustoa. Tämä hyvin suppea linnustokuvaus koskee lähinnä niitä lajeja, jotka ovat joko ravinnon hankinnan tai pesimisen vuoksi sidoksissa rannikkovesiin. Kuvauksesta on jätetty pois monia enemmän tai vähemmän niittyjen tai metsien lintuja, vaikka ne voivatkin olla yleisiä Perämeren saarilla.

Ulkosaariston lähes paljaat luodot tarjoavat linnuille erilaisen elinympäristön kuin suojaisat lahdet ja poukamat, joissa on runsaasti kasvillisuutta sekä maalla että vedessä. Näiden alueiden lintulajistot poikkeavat toisistaan huolimatta siitä, että osa lajeista viihtyy kaikkialla saaristossa. Ulkosaariston tyypillisiä lajeja ovat esimerkiksi pilkkasiipi, riskilä, lapintiira, karikukko, punajalkaviklo sekä useat eri lokit. Muita yleisiä lajeja, kuten tukkasotka ja tukkakoskeloa, voi olla hieman vaikeampi sijoittaa saariston eri vyöhykkeisiin. Suojaisilla alueilla, missä on enemmän kasvillisuutta, voi tavata haapanaa, tavia, sinisorsaa ja telkkää. Mikäli kasvillisuus on erityisen tiheää, viihtyvät alueilla sellaiset ravinteikkaiden järvien lajit kuin nokikana, punasotka, silkkiuikku ja tietyillä alueilla myös pikkulokki. Perämeren itä- ja länsirannikon lajisto on hyvin samankaltaista. Umpeen kasvaneet poukamat ja lahdet ovat yleisempiä Perämeren itärannikolla, joten nokikana ja pikkulokki ovat siellä yleisempiä. Muihin merialueisiin verrattuna Perämerellä on runsaasti sorsa- ja lokkilintuja. Kahlaajia on sen sijaan vähemmän, mikä saattaa johtua vuoroveden puuttumisesta.

Erityisen tärkeitä lintualueita on Merenkurkun pohjoisosissa, sekä Suomen että Ruotsin puolella. Laajat matalavetiset alueet saarineen ja luotoineen tarjoavat hyvät puitteet rannikkoalueen lintujen pesimiselle. Useiden lajien pesimäpopulaatio on näillä alueilla niin suuri, että se muodostaa huomattavan osan koko Itämeren kannasta. Tällaisia lajeja ovat muun muassa riskilä, pilkkasiipi, lapasotka ja ruokki. Toinen arvokas pesimäalue on Krunnien saaret Perämeren koillisosassa. Krunneilla pesii useita mielenkiintoisia lajeja, esimerkiksi räyskä ja ruokki, ja alue on tärkeä keräytymispaikka myös merihanhelle sen sulkasadon aikana. Liminganlahti Oulun läheisyydessä on tunnettu merenlahtien ja kosteikkojen sekä poukamien ja hiekkadyynien muodostama kokonaisuus, joka ylläpitää rikkasta lintulajistoa. Sen kosteikoilla tavataan kaulushaikaraa ja luhtahuittia, joiden levinneisyys on muuten eteläinen. Muita tärkeitä lintualueita on Haaparannan edustan Sandskärin ja Luulajan saaristossa olevan Skvalpenin saaren ympärillä sekä Uumajajoen suistoalueella. Räyskä on eräs lajeista, joille Perämerellä on erityistä merkitystä. Sillä on Itämerellä maailmanlaajuisestikin ajatellen vahva kanta, josta merkittävä osa pesii juuri Perämerellä.

Pesivien lintulajien lisäksi alueen kautta kulkee lukuisa joukko muuttolintuja keväisin ja syksyisin. Merenkurkussa meri on kapeimmillaan, ja monille luoteeseen tai kaakkoon suuntaaville linnuille, kuten hiirihaukoille ja kurjille meren ylitys juuri tältä kohdalta on luontevinta. Useat lajit, jotka ovat joko menossa arktiselle tundralle tai tulossa sieltä pois, lentävät sen sijaan enemmän pohjois - etelä-suunnassa. Myös nämä linnut ohjautuvat Merenkurkuun. Keväisin tätä reittiä käyttävät muun muassa mustalinnut ja kuikat, syksyisin kahlaajat ja puolisuikelaajat.

Riskilä

Riskilä kuuluu ruokkeihin, joiden sanotaan olevan pohjoisen pallonpuoliskon vastine pingviineille. Riskilä on Perämeren ja Merenkurkun pohjoisosien yleisin ruokkilintu ja erityisesti ulkosaariston tyyppilaji. Se asuu kallioiden ja lohkareiden onkaloissa ja koloissa, eikä tarvitse jyrkän teitä pesimiseen. Muista ruokkilinnuista poiketen riskilä

pesii harvoin suurissa yhdyskunnissa. Tavallisin pesimäyhdyskunta muodostuu 5 - 100 parista, mutta riskilät voivat pesiä myös yksittäin. Poikaset pysyttelevät pesässä pitkään. Pesän jättäessään ne ovat lähes yhtä suuria kuin aikuiset linnut ja niistä täysin riippumattomia. Pitkä pesimiskausi altistaa lajin minkin saalistukselle. Minkin leviäminen onkin ongelma monilla saaristoalueilla. Riskilä on muiden ruokkilintujen tapaan taitava sukeltaja ja se pääsee ainakin 20 metrin syvyyteen. Riskilät pyydystävät pohjassa eläviä kaloja, varsinkin kivinilkkaa. Suurimmat riskiläkannat löytyvät pohjoisen Merenkurkun Valassaarten ja Holmön lähistöiltä. Perämeren ja Merenkurkun riskilät muuttavat vain harvoin kauemmaksi etelään talvehtimaan. Monet yksilöt jäävät lähialueille, joista löytyy sulaa vettä.

Ruokki

Ruokki on Perämeren ja Merenkurkun toinen pesivä ruokkilintu. Se pesii ulkosaariston yksittäisillä kivi- tai kalliosaarilla yhdyskunnissa. Tunnettuja pesimäpaikkoja ovat Valassaaret, Mikkelsaaret, Krunnit sekä Haaparannan Sandskär. Ruokki munii ainoan munansa mieluiten joko isojen kivien ja lohkareiden väliin tai kallion halkeamiin. Jos sopivaa koloa ei löydy, ruokki voi pesiä avoimella maalla. Riskilän tavoin myös ruokki on minkille helppoa saalista. Ruokki pyydystää avomerellä ja ulkosaaristossa ulapan parvikaloja. Myöhäiskesän ja syksyn aikana ruokki muuttaa eteläiselle Itämerelle ja Tanskan vesille. Pohjoisen Itämeren ruokkikanta on tällä hetkellä kasvamassa entiselleen voimakkaan taantumisen jälkeen. Kannan romahtaminen aiheutui vaikeista jäätälvista 1939 - 1940 ja 1941 - 1942, jolloin jää peitti talvehtimisalueet. Koska ruokki munii vain yhden munan vuodessa ja saavuttaa sukukypsyyden vasta 4 - 5 vuoden iässä, on Itämeren pohjoisten osien kannan kasvu hidasta siitä huolimatta, että kanta saa ajoittain täydennystä muiden alueiden ruokeista.

Pilkkasiipi

Pilkkasiipi on yksi tyypillisimmistä Perämeren ja Merenkurkun sukeltajasorsista ja sillä on alueilla vahvat kannat. Sitä esiintyy myös etelämpänä Itämerellä sekä tuntureilla. Pilkkasiipi pesii suurilla saarilla, missä on tiheää kasvillisuutta. Pesän se kätkee mielellään pensaikkojen alle jonkin matkan päähän rannasta. Pesintä on melko myöhäinen ja poikaset hakeutuvat veteen vasta heinäkuun puolella. Tämän takia laji on alttiina laivaliikenteen ja vapaa-aikaa viettävien ihmisten aiheuttamille häiriöille. Pilkkasiipi sukeltaa yleensä vain 2 - 5 metrin syvyyteen, eikä pääse hyödyntämään samoja syvyyksiä kuin esimerkiksi alli ja haahka. Matalissa vesissä pilkkasiipi etsii ravinnokseen erilaisia pikkueläimiä. Pilkkasiipi ei viihdy huonossa säässä eikä kovissa aalloissa. Erityisesti pesimäaikana se hakeutuu mielellään suojaisiin vesiin. Huono sää vaikeuttaa poikasten ravinnon saantia, jolloin heikentyneet poikaset voivat helposti päätyä ryöstelevien lokkien ateriaksi.

7 Tiivistelmä

Perämerellä on lukuisia erityispiirteitä sekä Itämereen että muihin meriin verrattuna. Myös Ruotsin ja Suomen merialueet eroavat jossain määrin toisistaan. Suomenpuoleinen Perämeri on pääasiassa matalampi ja sen eteläosan valuma-alueesta suurempi osa on maatalouskäytössä kuin Ruotsin puolella. Myös avomaata on enemmän.

Eräitä Perämeren tärkeimpiä erityispiirteitä:

- Perämeri on nuori ja matala meri, joka nykyisellään on muotoutunut viimeisimmän jääkauden jälkeen.
- Perämeri on murtovesialue, mikä johtuu runsaasta jokivesien tulovirtaamasta. Suolapitoisuus on lyhyellä aikavälillä melko vakaa, mutta sadoissa ja tuhansissa vuosissa mitattuna epävakaa.
- Perämeren lajisto on niukka. Se on sekoitus suolaisen-, makean- ja murtoveden lajeja. Rannikon tuntumassa ja etenkin pohjoisessa on runsaasti makeanveden lajeja.
- Perämeressä on useita makeanveden kalalajeja, joiden lisääntyminen on riippuvainen rannikon läheisistä alueista, joissa makeanveden vaikutus on suuri.
- Alueella on kylmä ilmasto ja jääpeitteen kesto on pitkä.
- Perämeri on luonnostaan niukkaravinteinen. Perustuotanto on pieni ja fosfori on rajoittava ravinne.
- Ravintoverkossa eloperäisillä aineilla on poikkeuksellisen suuri merkitys. Mereen kulkeutuu muun muassa humusta ympäröiviltä maa-alueilta.
- Perämerta luonnehtii nopea maankohoaminen ja siten jatkuvasti muuttuva rantavyöhyke matalilla alueilla.
- Vesimassa on heikommin kerrostunut syvyysuunnassa kuin Itämeren eteläisissä osissa, mikä mahdollistaa veden sekoittumisen pohjille asti.
- Vuorovesi puuttuu. Veden pinnankorkeuden muutokset johtuvat sääolosuhteista.



OSA 2

Kuormitus ja paineet

Kuormitus ja paineet

Perämeri on matala meriallas, jolla on pieni vesitilavuus. Tämän takia valuma-alueen luonnon prosessit ja ihmistoiminta vaikuttavat sen ekologiseen tilaan. Joet kuljettavat valuma-alueelta mereen monenlaisia aineita. Suuri osa humuksesta, typestä, fosforista, sulfaateista sekä metalleista huuhtoutuu maaperästä luontaisesti. Jokien, jokisuiden ja meren ekosysteemit ovat pitkän ajan kuluessa sopeutuneet orgaanisten aineiden ja ravinteiden luontaiseen huuhtoutumiseen ja ovat niistä riippuvaisia. Ihminen on häirinnyt ekosysteemin tasapainoa lisäämällä näiden aineiden määriä vesistössä ja aiheuttamalla myös aivan uusien yhdisteiden kuormitusta. Kuormituksesta osa on peräisin pistemäisistä lähteistä. Osa on hajakuormitusta, joka aiheutuu ilmakehän kautta tulevasta laskeumasta, haja-asutuksesta ja maankäytöstä.

1 Kuormituslähteet

Perämeren alueen ympäristönhoito on edistynyt huomattavasti, kun pistekuormitusta on saatu pienennetyksi. Tästä huolimatta Perämerellä ollaan vielä kaukana tilasta, joka vallitsi ennen teollistumista. Teollisuus ja taajamat kuormittavat edelleen niiden vaikutuspiirissä olevia alueita. Vanhat ympäristömyrkyjen päästöt ovat kertyneet pohjasedimentteihin, jossa ne muodostavat potentiaalisen uhan Perämeren ekosysteemille.

Hajakuormituksen merkitys kuormittajana on kasvanut jatkuvasti sitä mukaa, kun pistekuormitus on vähentynyt. Hajakuormitusta aiheutuu esimerkiksi valuma-alueen maa- ja metsätaloudesta. Perämereen tulee epäpuhtauksia myös ilmakehän kautta. Koska ilmakehän epäpuhtaudet kulkeutuvat laajoilla alueilla, saattavat Perämeren alueella mitatut pitoisuudet olla peräisin hyvinkin kaukaisten lähteiden päästöistä. Tämän vuoksi tässä raportissa annetaan yleiskuva Perämeren valuma-alueen tilasta sadevedestä ja sammalesta tehtyjen mittausten perusteella sen sijaan, että esitettäisiin paikallisia päästöjä ilmakehään.

1.1 Pistekuormituslähteet

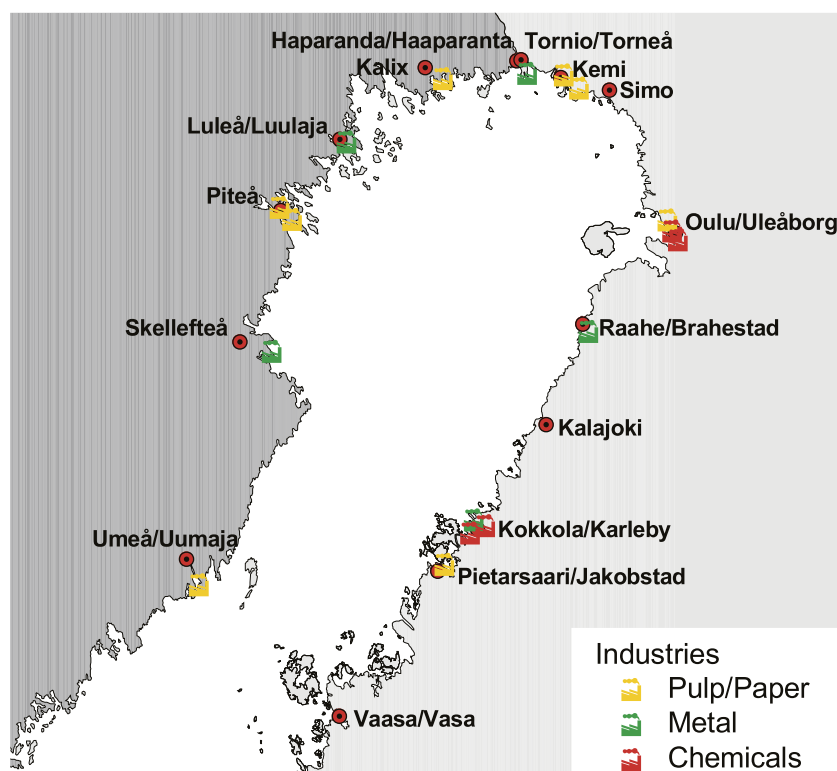
Pistekuormituslähteiksi luetaan pääasiassa taajamat, teollisuus ja kalankasvatus. Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden puhdistetuista jätevesistä mereen joutuu lähinnä ravinteita, liukoisia orgaanisia yhdisteitä ja bakteereja. Raskas teollisuus, kuten teräs- ja puunjalostusteollisuus, aiheuttaa erilaisten metallien, happea kuluttavien aineiden, kiintoaineiden, happamoittamien aineiden ja ravinteiden kulkeutumista mereen. Kalankasvatuksesta mereen pääsee huomattaviakin määriä ravinteita. Syynä on toisaalta ruokinta ja toisaalta kalojen ulosteiden hajoaminen, mikä vapauttaa ravinteita takaisin kierto.

1.1.1 Teollisuus

Perämeren rannikolla on runsaasti teollisuutta (liite 2). Kolmellatoista suurella laitoksella on oma jätevedenpuhdistamo. Ruotsin rannikolla sijaitsevat Kalixin, Piitimen ja Uumajan massatehtaat sekä Luulajan ja Skellefteån metallialan tehtaat. Suomen puolella metalliteollisuutta on Torniossa, Raahessa ja Kokkolassa. Massa- ja paperitehtaita on Kemissä, Oulussa ja Pietarsaareissa sekä kemianteollisuutta Oulussa ja Kokkolassa. Puunjalostusteollisuuden osuus happea kuluttavien aineiden, ravinteiden ja

vaikeasti hajoavien aineiden kuormituksessa on huomattava. Puunjalostusteollisuuden kuormituksesta on aiemmin aiheutunut merkittäviä ympäristövaikutuksia. Metalliteollisuus on aiheuttanut lähialueiden ja pohjasedimenttien suuria metallipitoisuuksia. Kuormituksen seuraukset ovat tulleet esille kala- ja pohjaeläinyhteisöissä.

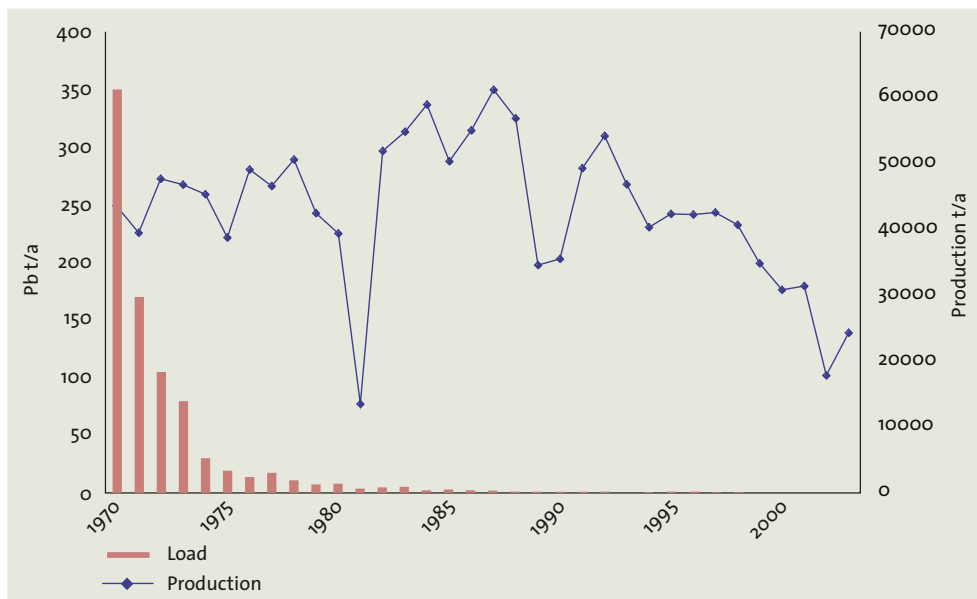
Prosessi- ja puhdistustekniikoiden kehittymisen ansiosta happamoittavien aineiden, raskasmetallien, ravinteiden ja pysyvien orgaanisten yhdisteiden teollisuuskuormitus on vähentynyt huomattavasti viimeisten 20 - 30 vuoden aikana. Tuotannon kasvusta huolimatta suuntaus on sama kaikissa rannikon suurissa teollisuuslaitoksissa. Nykyään tehtaiden ympäristövaikutukset ovat huomattavasti pienemmät kuin aiemmin, mutta eivät silti merkityksettömät. Kaloilla todetaan edelleen lisääntymisongelmia, ja rehevöitymisestä on merkkejä tehtaiden vaikutusalueilla.



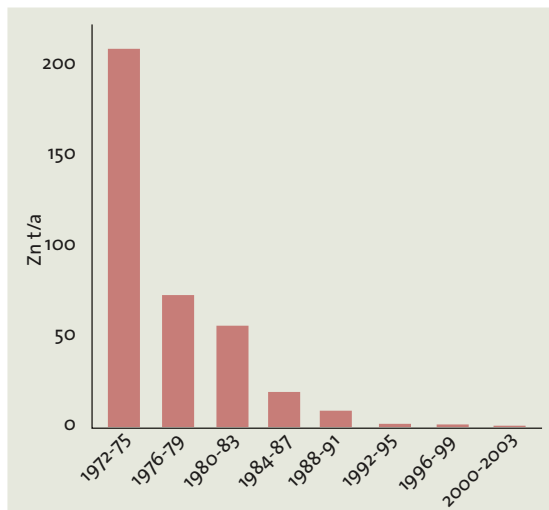
Copyright Lantmäteriet 2004. UR GSD-Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

Taajamista ja useista suurista teollisuuslaitoksista kohdistuu pistekuormitusta Perämereen.
The Bothnian Bay is affected by point loading from communities and many heavy industries.

Lead load to water (Pb t/a) and lead production (Production t/a)
at Boliden Mineral AB, Rönnskär



Zink load to water (Zn t/a) from Boliden Kokkola Oy 1972-2003



Viimeisen 30 vuoden aikana teollisuuden päästöt Perämereen ovat vähentyneet (Länsi-Suomen ympäristökeskus / Boliden Mineral AB, Rönnskär). Alla Boliden Kokkola Oy:n sinkkikuormitus (tn/v) ja yllä Boliden Mineral AB:n lyijykuormitus (tn/v, pylväät) sekä tuotanto (tn, viiva).

Industrial discharge into the Bothnian Bay has decreased during the last 30 years due to improvements in process technology and waste water treatment technology.

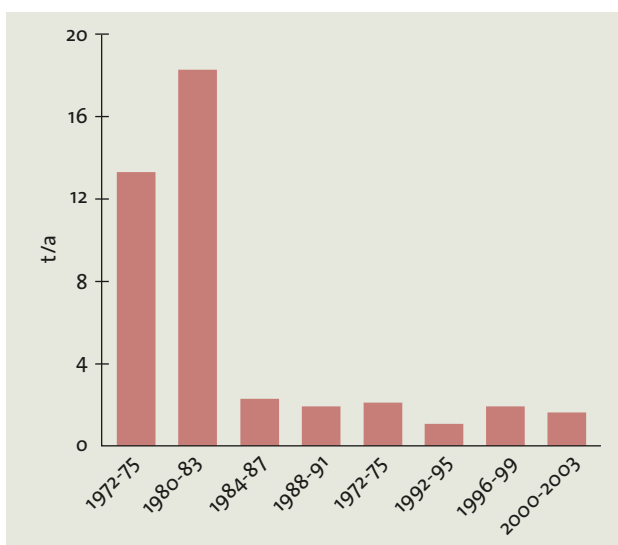
1.1.2 Jätevedenpuhdistamot

Perämeren valuma-alue on eurooppalaisella tasolla arvioituna erittäin harvaan asuttu. Noin neljäsosa Ruotsin pinta-alasta kuuluu Perämeren valuma-alueeseen, mutta tällä alueella on vain 390 000 asukasta. Vastaavasti reilu kolmasosa Suomen pinta-alasta kuuluu Perämeren valuma-alueeseen sen asukasmäärän ollessa 980 000. Keskimääräinen asukastiheys Suomen puolella Perämerta, 7 asukasta/km², on suurempi kuin Ruotsin puolella, 3 asukasta/km². Asutus on keskittynyt rannikolle, ja valtaosa ihmisistä asuu taajamissa. Rakennettujen alueiden osuus koko valuma-alueen pinta-alasta on vain 0,2 - 0,3 %.

Kotitaloudet sekä taajamien työpaikat ovat kunnallisen jätevedenpuhdistuksen piirissä. Uumaja mukaan lukien Perämeren rannikolla on yhteensä 28 jätevedenpuhdistamo, jotka ovat mitoitettu yli 1000 asukkaan asukasvastineluvun mukaan, ja jotka

johtavat puhdistetut jätevedet mereen. Puhdistamoista 17 on Ruotsin puolella ja 11 Suomen puolella. Raskasta teollisuutta lukuun ottamatta useimmat teollisuuslaitokset ovat mukana kunnallisessa jätevedenpuhdistusverkostossa. Kun verkostossa mukana olevien teollisuuslaitosten osuus otetaan huomioon, on rannikon suurimpien jätevedenpuhdistamoiden piirissä laskennallisesti kaikkiaan 870 000 asukasta. Kotitalouksien jätevedet sisältävät ravinteita, lähinnä fosforia ja typpeä, sekä orgaanisia aineita, jotka on poistettava vesien rehevöitymisen estämiseksi. Koska jätevesissä voi olla myös raskasmetalleja ja muita kuormittavia aineita, mitataan osalla puhdistamoista puhdistettujen jätevesien raskasmetallipitoisuuksia. Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden

Phosphorus load (t/a) from the city of Jakobstad



puhdistusteho on parantunut selvästi etenkin fosforin osalta.

Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden kuormitus Perämereen on pienentynyt. Esimerkkinä Pietarsaaren kaupungin fosforikuormitus, tn/v. (Länsi-Suomen ympäristökeskus/Pohjanmaan vesiensuojeluyhdistys).

The discharges to the Bothnian Bay from waste water treatment plants have decreased due to better treatment technology.

1.1.3 Kalankasvatus

Itämeren alueen kalankasvatus on pääpiirteissään keskittynyt eteläisemille merialueille. Myös Perämeressä, varsinkin Suomen puoleisella rannikolla on joukko kalankasvatuslaitoksia.

Pohjoisen Perämeren laitokset ovat keskittyneet Kuivaniemen edustalle. Siellä olevien 10 - 12 laitoksen tuotanto oli vuosina 1987 - 2000 yhteensä 196 - 360 tonnia kalaa vuodessa. Luulajan ja Kalixin edustalla on kaksi pientä laitosta, joiden yhteenlaskettu tuotanto on noin 10 tn/v. Eteläisellä Perämerellä on Suomen puolella kuusi laitosta, joiden tuotanto on yhteensä 150 - 200 tn/v, ja Ruotsin puolella Piitimen alueella yksi suuri laitos, jonka tuotanto on 300 - 400 tn/v.

1.2 Hajakuormituslähteet

Perämereen laskevat joet tuovat mukanaan valuma-alueen maaperästä peräisin olevia tai ilmakehästä laskeutuneita aineita. Osa tästä jokien kuljettamasta ns. ainevirtaamasta on luontaista huuhtoumaa, joka muodostaa luonnollisen taustatason makeassa vedessä oleville aineille. Jokien mukana mereen kulkeutuu myös aineita, jotka ovat peräisin ihmisen toiminnasta. Tämä lisä on pääasiassa hajakuormitusta, jonka lähteitä voi joskus olla vaikea paikallistaa. Ainekset voivat olla peräisin maa- tai metsätaloudesta, haja-asutusalueiden talousjätevesistä tai sateesta, jonka mukana tulee epäpuhtauksia ilmakehästä. Myös turvetuotantoa voidaan pitää hajakuormitusta aiheuttavana toimintana. Hajakuormituksen paikalliset vaikutukset ovat usein merkittäviä, mutta kokonaiskuormituksen kasvaessa vaikutukset näkyvät meressä asti.

1.2.1 Maatalous

Rehevöityminen on yksi maatalouden aiheuttamista haitoista vesistöissä. Maanviljely on riippuvainen jatkuvasta lannoitteiden käytöstä, ja lannoitteita huuhtoutuu ympä-

röiviin vesistöihin. Osa ravinteista kulkeutuu pinta- ja pohjavesien mukana suoraan mereen ja osa kerrostuu valuma-alueelle tai sitoutuu luonnossa tapahtuviin ainekier-toihin. Maanviljelyllä on myös muita vaikutuksia. Pelloilta lähtöisin olevat maahiuk-kaset samentavat vesiä ja torjunta-aineiden jäämillä voi olla myrkkyyvaikutuksia eliös-töön.

Perämeren valuma-alueen maatalous on keskittynyt rannikolle ja jokivarsille. Suomen puolella maatalousmaata on noin 6 700 km², mikä vastaa viittä prosenttia koko Suomen puoleisen valuma-alueen pinta-alasta. Ruotsin puolella maatalousmaan osuus on vastaavasti vain prosentin luokkaa pinta-alan ollessa noin 1 000 km². Erilli-sistä jokivaluma-alueista tarkasteltuna eniten maatalousmaata on Kyrönjoella (1 232 km²), Tornionjoella (1 230 km²) ja Lapuanjoella (938 km²). Maatalousmaan prosentuaalinen osuus koko jokivaluma-alueesta on suurin Laihianjoella, Kyrönjoella, Lapuan-joella ja Kimojoella Pohjanmaalla sekä Käläbodajoella Ruotsin puolella. Näillä alueilla maatalous aiheuttaa merkittävää kuormitusta.

Viljelymaalta tulevaan kuormitukseen vaikuttavista tekijöistä tärkeimmät ovat kasvilisyyden peittävyys, maanmuokkausmenetelmät, lannoitus sekä maan ominaisuudet. Mitä pitempään maa on ilman kasvillisuutta, sitä suurempi on vesistöihin kohdistuva kuormitus. Pellon kaltevuus ja maanmuokkaustapa vaikuttavat siihen, kuinka helposti ainekset lähtevät liikkeelle ja miten ne kulkeutuvat edelleen. Lannoituksen vaikutus riippuu käytettävästä lannoitteesta, lannoitusajankohdasta sekä siitä, kuinka tehokkaasti viljelmät sitovat lannoitetta. Huonolaatuinen lannoite, josta ravinteet huuhtoutuvat herkästi liikkeelle, voi kuormittaa vastaanottavia vesistöjä huomattavasti. Sademäärä ja lämpötila vaikuttavat kuormituksen suuruuteen ja sen vuodenaikaiseen vaihteluun. Erään suomalaisen tutkimuksen mukaan jokaiselta peltohehtaarilta huuhtoutuu vuosit-tain keskimäärin 1 - 2 kg fosforia ja 10 - 20 kg typpeä.

Myös karjatalous kuormittaa vesistöjä. Nautakarjan aiheuttaman kuormituksen on arvioitu olevan 0,44 kg fosforia ja 2,5 kg typpeä eläintä kohti vuodessa. Sikojen aiheut-tama kuormitus on vastaavasti 0,07 kg fosforia ja 0,42 kg typpeä eläintä kohti vuodessa. Maatalouteen liittyvät jossain määrin myös ojitukset, joiden vaikutuksia kuormitukseen tarkastellaan erikseen luvussa 1.2.4.

1.2.2 Metsätalous

Perämeren valuma-alueesta noin 200 000 km² on metsän peitossa, joten metsien osuus koko pinta-alasta on noin 70 %. Tuottavasta metsämaasta yli 90 % on hyödyn-netty metsätalouteen, usein laajamittaisesti ja voimaperäisesti.

Metsämaalta tuleva eri aineiden luontainen huuhtouma on suhteellisen vähäistä, mutta ojitukset, metsänlannoitus ja avohakkuut lisäävät huomattavasti vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta. Avohakkuualueilta voi huuhtoutua jopa kolme kertaa enemmän aineksia kuin käsittelemättömiltä alueilta. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että aineksia sitovan puuston häviämisen myötä valunta maaperästä kasvaa.

Vaikutukset virtaamiin ja veden laatuun ovat erityisen suuria, mikäli metsätalous-toimet tehdään vesistöjen latvoilla tai vähäjärvisillä alueilla. Toimenpiteiden laajuudella, tehokkuudella ja käytetyillä menetelmillä sekä alueen hydrologialla, maaperällä, topo-grafialla ja kasvillisuudella on merkitystä siihen, millaisiksi vesistövaikutukset muodos-tuvat. Avohakkuun vaikutukset ovat aluksi hyvin voimakkaita. Vaikka tilanne paranee ajan mittaan, voidaan muutoksia havaita 20 - 30 vuoden ajan. Tämä on muistettava, kun arvioidaan eri metsätaloustoimenpiteiden vaikutuksia kokonaisuutena.

Ojitukset liittyvät olennaisesti metsätalouteen. Ojitusten vaikutuksia käsitellään luvussa 1.2.4.

1.2.3 Turvetuotanto

Turvetta käytetään energian lähteenä lähinnä kaukolämmön tuotannossa, mutta myös yksittäiset teollisuuslaitokset, kasvihuoneet ja maatalousrakennukset hyödyntävät turvetta. Suon pintakerroksen heikkolaatuisemmat turvekerrokset käytetään eläinten pehkuna ja kuivikkeena sekä maanparannusaineena. Turvetuotanto vaatii maan valmistelun, joka on tehtävä ennen kuin turvetta päästään nostamaan. Suon pinta raivataan ja ojitetaan, mikä kasvattaa virtaamia alapuolisissa vesistöissä. Ojitus lisää humuksen, kiintoaineen, ravinteiden ja metallien huuhtoutumista vastaanottaviin vesistöihin. Maan muokkauksesta ja turvetuotannosta voi aiheutua paikallisesti erittäin merkittävää kuormitusta. Etenkin Suomen puoleisen Perämeren pienet vesistöt ovat kärsineet turvetuotannon vaikutuksista. Turvetuotannon vesiensuojelussa on kuitenkin selvästi edistytty vuosien mittaan.

Turvetuotantoalueita on runsaasti Suomen puolella Perämeren, jossa reilu 25 000 ha suomaa on aktiivisessa turvetuotannossa. Ruotsin puolella turvetuotantoa on vastaavasti vain noin 4 500 ha alalla. Suomen puolella turpeen nostolla onkin selvästi suurempi vaikutus veden laatuun kuin Ruotsin puolella. Valtakunnallisesti tarkasteltuna Suomen turvetuotanto on keskittynyt Perämeren valuma-alueelle. Länsi-Suomen läänissä tuotettiin vuonna 2002 noin kolmasosa kaikesta turpeesta (8,8 milj. m³). Oulun läänin tuotanto on lähes yhtä suuri. Turvetuotanto on keskittynyt Oulun läänin länsiosaan, jossa soita on runsaasti, ja jonne myös turpeen kulutus on keskittynyt. Lapin läänissä turvetuotantoa on pääasiassa läänin eteläosissa, erityisesti Simojoen ja Kuivajoen valuma-alueilla. Kemi- ja Tornionjoen alueella on vain hajanaisia tuotanto-soita, joiden vesistövaikutukset ovat paikallisia.

Ruotsin selvästi runsaimmat turvevarat ovat Norrbottenin läänissä. Suurimmat suoalueet sijoittuvat Gällivaara - Pajala-alueelle, jonne myös vähäiset turvetuotanto-alueet ovat keskittyneet. Nykyään turvetta ei juurikaan nosteta Norrbottenissa. Lupia on sen sijaan myönnetty runsaasti, ja toiminta saattaa laajentua energiakehityksestä riippuen. Västerbottenin läänin Perämeri Life –projektiin kuuluvalla tarkastelualueella oli vuonna 1998 viisi toiminnassa olevaa turvetuotantoaluetta, joiden yhteenlaskettu pinta-ala oli 3 170 ha.

1.2.4 Ojitukset

Ojitukset ovat muokanneet voimakkaasti rannikon ja jokilaaksojen luontoa. Turvetuotantoalueiden valmistelun lisäksi suota on ojitettu metsänkasvun parantamiseksi sekä maatalousmaan aikaansaamiseksi. Kun kosteikkoja kuivataan ojittamalla, ne menettävät kykynsä säädellä luontaisesti virtaamia ja ravinnemääriä, jolloin epäorgaanisen ja orgaanisen aineksen huuhtoutuminen vesistöihin kasvaa. Typen huuhtoutuminen voi kasvaa ojituksen jälkeen jopa kolminkertaiseksi. Pohjanmaalla ojitukset ovat paikallisesti johtaneet vesistöjen happamoitumiseen sekä lisänneet metallien ja kiintoainesten huuhtoutumista. Eräiden jokien suualueilla on todettu huomattavia ympäristöongelmia, kun valuma-alueella on ojitettu nykyistä merenpintaa korkeammalla olleen Litorinameren aikana muodostuneita savi- ja hiesuvaltaisia maita. Ojitukset eivät vaikuta ainoastaan veden laatuun, vaan myös pohjaeläimiin ja kaloihin.

Maataloudessa maankuivatus ojitusten avulla on vähentynyt huomattavasti 1980-luvulta lähtien uusien maanmuokkausmenetelmien ansiosta ja toisaalta rahallisten avustusten poistumisen myötä. Aikoinaan kosteikkoja ojitettiin ja kuivattiin runsaasti maan saamiseksi maatalouskäyttöön. Maatalouden ojitustoiminta oli voimakkaimmillaan 1800-luvun loppupuolelta 1940-luvulle. Metsäojitukset yleistyivät 1900-luvun alkupuolella, kun metsäyhtiöt alkoivat yhä laajemmin ojittaa kosteikkoja metsää tuot-

tavan maan aikaansaamiseksi. Nykyään tämä toiminta on loppunut, eikä esimerkiksi Norrbottenissa tehty lainkaan uudisajoituksia vuonna 2000. Suomessa etenkin Pohjanmaalla ojitetiin laajoja suoalueita 1960- ja 1970-luvuilla. Nyt valtion tukemat uudisajoitukset ovat loppuneet. Ojitetut alueet vaativat kuitenkin kunnossapitoa, ja kunnostusajoituksia tehdään edelleen. Niitä ei kuitenkaan sallita sellaisille vanhoille ojille, jotka on aikoinaan tehty erityisen eroosioherkille alueille, kuten karuille soille.

1.3 Kuormitus ilmasta

Ilmakehässä on lukuisia aineksia, jotka ovat peräisin joko luonnollisista lähteistä (tuli-vuorten purkaukset, maasta noussut pöly, siitepöly jne.) tai ihmistoiminnasta (teollisuus, liikenne jne.). Nämä aineet leviävät tuulten mukana ja joutuvat maahan ja vesistöihin joko sateiden mukana (märkälaskeuma) tai suoraan kaasuina tai hiukkasina (kuivalaskeuma). Sade, lumi ja sulamisvedet kuljettavat aineksia mukanaan maaperään, pohjavesiin, järviin ja jokiin, joiden kautta osa päätyy mereen. Maakerrosten kautta kulkeutuminen on hyvin hidasta ja biogeokemialliset prosessit muuttavat veden kemiallista koostumusta.

Ilmasto-oloilla kuten sateella, lämpötilalla ja tuulella on suuri merkitys ilmaperäisen kuormituksen leviämiseen sekä sen laskeumaan. Suomi ja Ruotsi sijaitsevat vyöhykkeellä, jossa vallitsevat länsituulet sekä Atlantilta kulkeutuvat matalapaineet ja säärintamat. Perämeri on suhteellisen suojassa mantereiden eteläisempien osien teollisuusalueilta tulevilta saasteilta. Sen sijaan Kuolan niemimaan suuret päästölähteet ovat lähellä, ja kaukokulkeuma koillisesta on mahdollinen. Lämpötila vaikuttaa ainesten sekoittumiseen ja laimentumiseen ilmakehässä. Perämeren aluetta leimaa kylmä ilmasto. Talvi-kuukausien aikana liikenteen ja lämmityksen päästöt ovat suurimmillaan.

2 Ravinnekuormitus¹

Intensiivinen maatalous sekä voimakas lannoitteiden käyttö luonnehtivat yleensä alueita, joilta tulee suuri typpikuormitus vesistöihin. Tanska, Saksa ja Etelä-Ruotsi ovat tällaisia maanviljelyvaltaisia alueita. Tiheästi asutetut alueet, joilla on runsaasti teollisuutta ja tietyssä määrin myös intensiivistä maataloutta, aiheuttavat puolestaan suurta fosforikuormitusta. Perämerellä asukastiheys on pieni ja maankäyttö suhteellisen vähäistä, mutta raskasta teollisuutta on paljon. Muusta Euroopasta poiketen suuri osa mereen päätyvästä typestä ja fosforista on peräisin luontaisesta huuhtoumasta.

Perinteisesti eri kuormituslähteiden vaikutuksia arvioidaan vertaamalla niistä vesistöihin ja mereen päätyviä kokonaistypen ja –fosforin määriä. Ravinteiden käyttökelpoisuus levien kasvun kannalta vaihtelee kuitenkin aineen kemiallisesta muodosta riippuen. Ihmisperäisistä lähteistä vesistöihin joutuvat ravinteet ovat suureksi osaksi epäor-

¹Luvuissa 2.1-2.3 esitellään ravinnekuormitustiedot vuodelle 1995 HELCOM:in raportin Pollution Load Compilation 3, PLC-3 pohjalta. Tiedot käsittävät koko Perämeren lukuun ottamatta Uumajan aluetta. Piste-kuormituksessa on mukana rannikon teollisuuslaitokset ja jätevedenpuhdistamot. Tuoreimmat tiedot on kerätty Perämeri Life ympäristötietokannasta (<http://www.ymparisto.fi/perameri>). Luvussa 2.5 käydään läpi mereen kulkeutuvat kokonaisravinnemäärät mukaan lukien luonnonhuuhtouma sekä kuormitus sisämaan ja rannikon piste- ja hajakuormituslähteistä. Tiedot perustuvat kansallisiin arvioihin. Luvut 2.1-2.3 ja 2.5 pohjautuvat siis eri lähteisiin (ks. liitteet 3, 4 ja 5) ja ovat näin ollen osittain päällekkäisiä. Olemme valinneet tämän lähestymistavan, koska PLC-3:ssa maille on käytetty samoja menetelmiä ja se antaa Perämerestä kokonaiskuvan. Luku 2.5 on yksityiskohtaisempi, mutta se perustuu kahteen eri lähteeseen, ja menetelmät eroavat osin toisistaan maiden välillä.

gaanisessa muodossa, jolloin niiden käyttökelpoisuus on parempi kuin luonnonprosessista huuhtoutuvien ravinteiden, jotka ovat enimmäkseen orgaanisessa muodossa. Tämän vuoksi ihmisperäisten kuormituslähteiden merkitys rehevöitymisessä on huomattavasti suurempi kuin mitä niiden osuus kokonaistypen ja -fosforin määristä osoittaa.

2.1 Joet

Suurin osa Perämereen päätyvistä ravinteista on jokien tuomaa. Vuonna 1995 jokivesien mukana tuli mereen 41 500 tonnia typpeä ja 2 700 tonnia fosforia, mikä on 90 - 95 % kaikista mereen kulkeutuvista ravinteista (liite 3). Perämeri Life -ympäristötietokannassa mukana olevat 24 suurinta jokea kuljettivat Perämereen vuosina 1995 - 2000 keskimäärin 47 200 tonnia typpeä ja 2 500 fosforia vuodessa. Mukana on myös Uumajajoen ainevirtaama, keskimäärin 4 000 tn typpeä ja 170 tn fosforia. Ainevirtaamat heijastelevat jokien virtaamia, joihin puolestaan vaikuttaa sademäärä. Sateisina vuosina ravinteita kulkeutuu enemmän

kuin kuivina vuosina, minkä takia vuosien välinen vaihtelu voi olla hyvinkin suurta. Osa jokien tuomasta fosforista saostuu, kun jokivesi kohtaa meriveden. Saostuminen vähentää osaltaan jokisuiden rehevöitymistä ja suojelee merta. Typellä vastaavaa saostumista ei tapahdu.

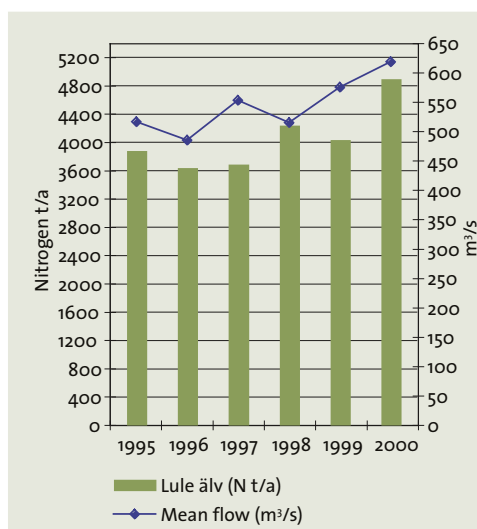
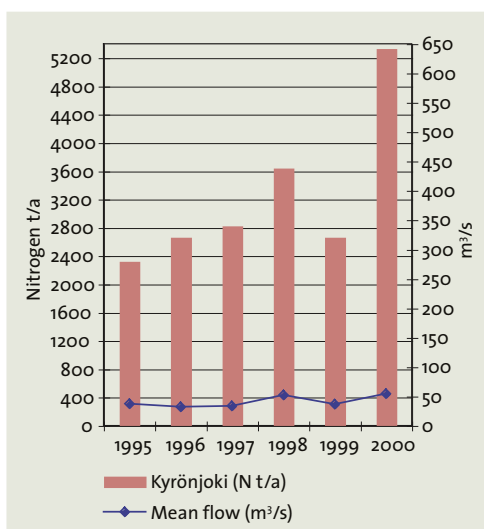
Suuri osa jokien mukanaan kuljettamista ravinteista on huuhtoutunut luontaisesti valuma-

alueen maaperästä. Osa on peräisin hajakuormituksesta ja sisämaan pistekuormituslähteistä. Ravinnepitoisuudet kasvavat yleensä rannikkoa kohti, kun maankäyttö tehostuu ja vastaavasti kuormitus vesistöön kasvaa. Perämereen laskevista joista ravinnepitoisimmat sijaitsevat Suomen puolella Pohjanmaalla. Siellä jokisuilla voidaan mitata jopa 5 - 10-kertaisia pitoisuuksia eräisiin Ruotsin puoleisiin jokiin verrattuna. Suuret ravinnepitoisuudet johtuvat osittain siitä, että luontainen huuhtouma jokia ympäröiviltä suo- ja metsämailta on voimakasta. Pohjanmaan jokien ravinnepitoisuuksia lisäävät myös asutuksen aiheuttama kuormitus sekä intensiivinen maankäyttö, johon kuuluvat maa- ja metsätalous sekä ojitukset. Pohjoista kohti mentäessä jokien koko kasvaa ja veden ravinnepitoisuudet pienenevät. Useiden Ruotsin puolelta Perämereen laskevien jokien lähteet ovat tuntureilla, joten ne ovat luontaisestikin vähäravinteisempia kuin Pohjanmaan joet. Myöskään maankäyttö ei ole yhtä voimakasta Ruotsin puolella.

Kemijoki on Perämereen laskevista joista suurin. Sen vuotuinen keskivirtaama oli jaksolla 1995 - 2000 noin 550 m³/s. Kemijoki kuljettaa mukanaan määrällisesti eniten typpeä ja fosforia. Yksi ravinnepitoisimmista joista on sen sijaan Pohjanmaan Kyrönjoki. Sen keskivirtaama on pieni, 41 m³/s, mutta se tuo vuosittain mereen 2 000 - 3 000 tonnia typpeä. Tämä on samaa suuruusluokkaa kuin lähes kymmenen kertaa suuremman Luulajajoen tuoma typpimäärä. Sama suhde jokien välillä pätee myös fosforiin, mikä korostaa Kyrönjoen ravinteikkuutta.

Perämereen laskevien 24 suurimman joen tuomat typpi- ja fosforimäärät lähimpään sataan tonniin pyöristettynä (mukana myös Uumajajoki). (<http://www.ymparisto.fi/perameri>)

Vuosi	Typpi, tn/v	Fosfori, tn/v	Virtaama, m ³ /s
1995	41 600	2 500	3 300
1996	36 900	1 500	2 800
1997	40 300	2 700	3 200
1998	59 600	3 000	4 300
1999	42 700	2 200	3 600
2000	62 400	3 000	4 100
Keskimäärin	47 200	2 500	3 600



Joet kuljettavat runsaasti ravinteita Perämereen. Pieni mutta ravinteikas Kyrönjoki (vasemmalla) tuo mereen lähes yhtä paljon typpeä (tn/v) kuin kymmenen kertaa suurempi mutta vähäravinteisempi Luulajajoki, oikealla. Vuotuinen keskivirtaama viivadiagrammina, m³/s (<http://www.ymparisto.fi/perameri>)
The rivers transport large amounts of nutrients to the Bothnian Bay. Kyrö älv, a small but nutritious river, transport almost as much nutrients to the sea (N t/a) as Lule älv, which is ten times bigger.

Kymmenen suurinta typpeä (vasemmalla) ja fosforia (oikealla) Perämereen tuovaa jokea vuosien 1995-2000 perusteella (<http://www.ymparisto.fi/perameri>)

Joki	Typpi tn/v 1995-2000	Keskivirtaama m³/s, 1995-2000	Joki	Fosfori tn/v 1995-2000	Keskivirtaama m³/s, 1995-2000
Kemijoki	6965	551	Kemijoki	373	551
Tornionjoki	5948	433	Tornionjoki	365	433
Kalixjoki	4157	332	Kalixjoki	244	332
Luulajanjoki	4061	543	Uumajajoki	168	478
Uumajajoki	3979	478	Oulujoki	161	287
Kyrönjoki	3248	41	Luulajanjoki	145	543
Oulujoki	3025	287	Iijoki	139	162
Iijoki	2338	162	Kalajoki	135	31
Kalajoki	2085	31	Kyrönjoki	125	41
Lapuanjoki	2048	32	Piitimejoki	111	188

2.2 Teollisuus

HELCOM:in raportin mukaan rannikon teollisuuden osuus kaikesta Perämereen päätyvästä tyyppisestä, jokien tuoma luontainen ravinnehuuhtouma mukaan luettuna, oli 3,4 % (1 508 tonnia) ja fosforista 4,4 % (125 tonnia) vuonna 1995 (liite 3). Vuonna 2000 teollisuudesta päätyi mereen vastaavasti 1 540 tonnia typpeä ja 100 tonnia fosforia (2,5 % ja 3,1 %). Teollisuuden pienempää suhteellista osuutta vuonna 2000 selittää osittain se, että kesä oli hyvin sateinen ja jokien virtaamat suuret. Tämän takia jokien kautta mereen kulkeutui selvästi keskimääräistä enemmän ravinteita.

Vuonna 2000 yksittäisistä teollisuuslaitoksista suurin typpikuormitus, runsas 300 tonnia, tuli Boliden Kokkolan, OMG Kokkolan ja Fortumin yhteisestä viemäristä

Kokkolassa. Pietarsaaren massatehtailta ja JARO:lta mereen päätyi runsas 200 tonnia typpeä. 1990-luvun alkupuolella suurin fosforikuormitus, yli 30 tonnia vuodessa, tuli Kemin Veitsiluodossa sijaitsevalta Stora Enso Oyj:n ja Pietarsaassa sijaitsevalta UPM Kymmenen puunjalostustehtailta. Näiden laitosten fosforikuormitus on nyt pudonnut lähelle kymmentä tonnia. Vuonna 2000 suurimmat fosforikuormittajat olivat Uumajassa sijaitseva SCA Packaging sekä Kalixissa sijaitseva Billerud Karlsborg.

Kymmenen suurinta typen teollisuuskuormittajaa vuonna 2000 (<http://www.ymparisto.fi/perameri>).

Teollisuuslaitos	Paikkakunta	Typpeä (tn)
Boliden Kokkola, OMG Kokkola Chemicals ja Fortum	Kokkola	321
UPM Kymmenen ja JARO	Pietarsaari	219
Outokumpu	Tornio	144
Metsä Botnia	Kemi	144
Billerud Karlsborg	Kalix	142
SCA Packaging Obbola	Uumaja	117
Stora Enso Veitsiluoto	Kemi	117
Stora Enso Fine Papers	Oulu	83
Rautaruukki	Raahe	65
SSAB Tunnplåt	Luulaja	48

Kymmenen suurinta fosforin teollisuuskuormittajaa vuonna 2000 (<http://www.ymparisto.fi/perameri>).

Teollisuuslaitos	Paikkakunta	Fosforikuormitus (tn)
SCA Packaging Obbola	Uumaja	15,6
Billerud Karlsborg	Kalix	15,0
Stora Enso Veitsiluoto	Kemi	12,8
UPM Kymmenen	Pietarsaari	12,2
Stora Enso Fine Papers	Oulu	9,9
Metsä Botnia	Kemi	9,4
Volvo lastvagnar	Uumaja	9,2
SCA Packaging Munksund	Piitima	7,0
Kappa kraftliner	Piitima	2,7
Kemira Chemicals Kokkola	Kokkola	1,6

2.3 Jätevedenpuhdistamot

Taajamien ja teollisuuden jätevedet on puhdistettu jo 1960-luvulta lähtien lähinnä fosforipäästöjen vähentämiseksi. Kaikissa suurissa jätevedenpuhdistamoissa käytetään nykyään joko biologista, kemiallista tai biologis-kemiallista puhdistusta. Näistä biologis-kemiallinen puhdistusmenetelmä on yleisimmin käytössä Perämeren alueella. Muualla Itämeren alueella typen poistumista on pyritty tehostamaan 1980-luvun lopulta lähtien. Perämeren ympäristössä typen puhdistusjärjestelmiä ei ole otettu käyttöön, koska typpi-päästöjen vähentämisen ei katsota vähentävän rehevöitymistä alueella, jolla nimenomaan fosfori rajoittaa levien kasvua. Vuoden 1998 tilastojen mukaan esimerkiksi ruotsalaisissa jätevedenpuhdistamoissa poistettiin lähes 90 % fosforista ja orgaanisista aineista (BOD_7 ja COD_{Cr}). Sen sijaan tyyppistä poistettiin vain 20 %. Tiedot koskevat lupa-velvollisia kunnallisia jätevedenpuhdistamoita, joiden asukasvastineluku on yli 2000.

Vuonna 1995 kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden kautta tuli Perämereen 1 907 tonnia typpeä ja 32 tonnia fosforia, mikä on kaikesta mereen päätyvästä timestä 4,2 % ja fosforista 1,1 % (liite 3). Vuonna 2000 jätevedenpuhdistamoiden kautta mereen tuleva ravinnekuormitus oli samaa suuruusluokkaa kuin vuonna 1995, mikäli Uumajan puhdistamoa ei lasketa mukaan. Myös typen ja fosforin osuus kaikista mereen kulkeutuvista ravinteista oli melko lailla sama (3,5 % ja 1,2 %).

Kunnallisista jätevedenpuhdistamoista eniten typpeä tulee Oulun Taskilan puhdistamolta, noin 500 tonnia vuodessa. Uumajan, Luulajan ja Vaasan puhdistamot ovat hieman pienempiä typen kuormittajia. Samat laitokset ovat samalla myös suurimmat kunnalliset fosforikuormittajat. Typpeä pääsee Perämereen enemmän rannikon kunnallisten jätevedenpuhdistamojen kautta kuin teollisuudesta, mutta fosforia tulee enemmän teollisuuslaitoksista (vrt. luvun 2.2. taulukoihin).

Perämeren rannikon kymmenen suurinta kunnallista typen (vasemmalla) ja fosforin (oikealla) kuormituslähde vuonna 2000. Suluissa puhdistamon asukasvastineluku (<http://www.ymparisto.fi/perameri>)

Puhdistamo	Paikkakunta	Typpi (tn)	Puhdistamo	Paikkakunta	Fosfori (tn)
Taskila (126 250)	Oulu	493	Taskila (126 250)	Oulu	7,2
Uumaja (122 900)	Uumaja	357	Uumaja (122 900)	Uumaja	7,2
Uddebo (85 000)	Luulaja	300	Pätt (89 742)	Vaasa	4,3
Pätt (89 742)	Vaasa	243	Uddebo (85 000)	Luulaja	3,8
Hopeankivenlahti (26 471)	Kokkola	123	Haaparanta/Tornio (62 763)	Haaparanta	3,7
Haaparanta/Tornio (62 763)	Haaparanta	117	Peurasaari (34 000)	Kemi	3,5
Sandholmen (30 500)	Piitime	109	Sandholmen (30 500)	Piitime	2,2
Lakeus (46 486)	Kempele	106	Pietarsaari (41 600)	Pietarsaari	1,8
Pietarsaari (41 600)	Pietarsaari	102	Raahen (12 900)	Raahen	1,2
Peurasaari (34 000)	Kemi	88	Ervastinranta (21 085)	Haukipudas	1,0

2.4 Kalankasvatus

Kalankasvatuksen vesistökuormitus on peräisin rehusta, jolla kaloja ruokitaan. Osa rehusta liukenee veteen, osa sitoutuu kaloihin ja loput päätyy veteen ulosteina. Veteen pääsevistä rehusta osa joutuu verkkokassien läheisyyteen kerääntyvien kalaparvien ravinnoksi. Koillisella Perämerellä sijaitsevien Kuivaniemen kalankasvattamoiden kuormitus on viime vuosina ollut keskimäärin 20 - 40 kg fosforia ja 150 - 300 kg typpeä tuotantovuorokautta kohti. Kesäkauden keskimääräinen tuotantovuorokausien määrä on 120. Tätä käyttämällä vuoden 2000 kokonaiskuormitukseksi saadaan 3,7 tonnia fosforia ja 31 tonnia typpeä. Eteläisen Perämeren Suomen puoleiset kasvattamot kuormittavat ympäristöään noin 1,6 tonnilla fosforia ja 13 tonnilla typpeä vuodessa. Ruotsin puolelta ei vastaavia ravinnekuormitustietoja ole saatavilla.

Kalankasvatuksesta syntyvä kuormitus on erityisen hankalaa, koska se ajoittuu kesäkuukausille, jolloin rehevöitymisen vaikutukset ovat muutenkin suurimmillaan. Rehevöityminen ilmenee veden kohonneina ravinnepitoisuuksina, happitilanteen heikentymisenä pohjan tuntumassa sekä paikallisesti pohjasedimentin muutoksina kassien alapuolella. Näkyviä muutoksia ovat rantojen limoittuminen ja leväkasvustot kassien läheisyydessä. Käytännössä kuormitusta voidaan vähentää käyttämällä vähäfosforista rehua ja automaattista ruokintaa. Paikallisia vaikutuksia voidaan vähentää sijoittamalla kassit alueille, joissa veden vaihtuvuus on tehokasta ja ristiriidat vesialueen muiden

käyttömuotojen kanssa ovat mahdollisimman pienet. Esimerkiksi pohjoisella Perämerellä verkkokassit on nykyään sijoitettu kauemmaksi rannasta kuin aikaisemmin, osaksi kuormituksen vähentämiseksi rannikon läheisellä alueella ja osaksi sen vuoksi, että ulompana tuotanto-olosuhteet ovat vakaammat.

2.5 Mereen kulkeutuvien ravinteiden kokonaismäärät

Tässä luvussa esitetään mereen kulkeutuvien ravinteiden kokonaismäärät siten, että mukana on valuma-alueen luontainen huuhtoutuminen sekä sisämaan ja rannikon haja- ja pistekuormitus. Suomen ja Ruotsin kuormitusta käsitellään erikseen, koska saatavilla olleissa lähteissä maiden menetelmät ja tarkastelujaksot eroavat toisistaan (Ruotsissa 1985-1999 ja Suomessa 1991-1996)².

2.5.1 Ruotsi

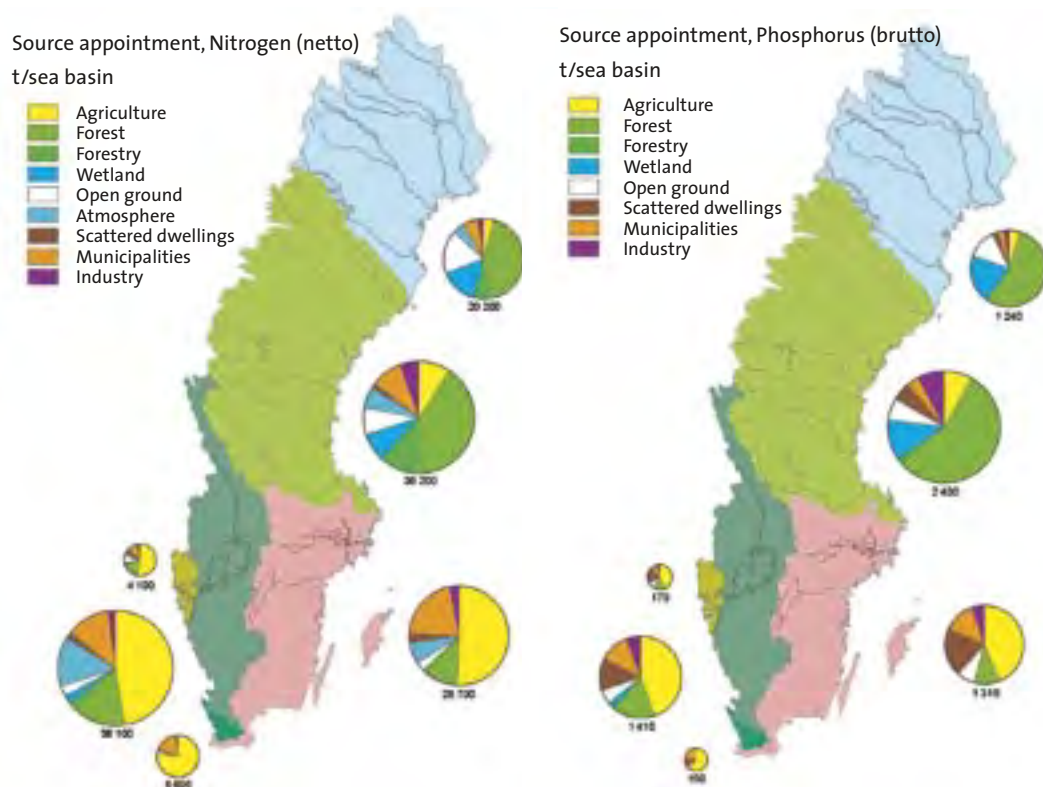
Ruotsin alueelta kulkeutuu Perämereen vuosittain noin 20 200 tonnia typpeä ja 1 340 tonnia fosforia. Tyypestä lähes 80 % ja fosforista noin 90 % arvioidaan olevan peräisin luontaisesta huuhtoumasta (liitteet 4 ja 5). Perämeren valuma-alueelle ominaista onkin suuri metsä- ja suoalueilta tuleva luontainen huuhtouma. Maatalouden aiheuttama kuormitus on Perämeren alueella huomattavasti pienempi kuin Ruotsin eteläosissa.

Noin puolet ihmistoiminnasta peräisin olevasta tyypestä tulee mereen hajakuormituksena. Metsätalous ja laskeuma ovat merkittävimmät typen lähteet, maatalouden aiheuttama typpikuormitus on hieman pienempi. Typen pistekuormituksesta lähes kaikki on peräisin rannikon kunnallisista jätevedenpuhdistamoista ja teollisuudesta. Puhdistamoiden kautta tulee noin kaksi kertaa suurempi typpikuormitus kuin teollisuudesta. Kunnalliset puhdistamot ovatkin ihmisperäisen typen suurimmat yksittäiset lähteet Perämeren alueella. Fosforista hieman enemmän tulee piste- kuin hajakuormituksena. Suurin yksittäinen fosforin lähde on kuitenkin maatalous. Merkittävää on, että jätevedenpuhdistamoiden ulkopuolella olevan asutuksen fosforikuormitus on yhtä suuri kuin suurten jätevedenpuhdistamoiden fosforikuormitus. On kuitenkin muistettava, että fosforin pidättymistä ei ole otettu laskelmissa huomioon, minkä vuoksi esitetyt arviot voivat olla liian suuria (liite 6).

Selkämeressä ihmisen aiheuttama typpikuormitus on suurempi kuin Perämeressä. Ero johtuu lähinnä siitä, että hakkuiden ja tehokkaamman maatalouden takia Selkämereen kulkeutuu enemmän typpeä. Myös kunnallisista jätevedenpuhdistamoista ja maataloudesta tuleva typpikuormitus on siellä suurempi. Fosforia Selkämereen tulee Perämeren tavoin pääasiassa luontaisena huuhtoumana. Selkämeressä ihmisen aiheuttama fosforikuormitus on kuitenkin selvästi suurempi kuin Perämeressä. Suuri osa Selkämeren fosforikuormituksesta on peräisin pistemäisistä lähteistä. Teollisuudella on suurempi osuus kuormituksessa kuin Perämeren alueella, jossa kunnallisista jätevedenpuhdistamoista ja haja-asutuksesta aiheutuva kuormitus on vallitseva.

² Ruotsissa SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet) ja SMHI (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut) ovat Naturvårdsverketin toimeksiannosta tehneet laskelmia nk. TRK-projektissa mereen kulkeutuvien ravinteiden kokonaismääristä HELCOM:in raporttia (PLC-4) varten vuonna 2000. Laskelmat perustuvat pitkän ajan keskiarvoihin (1985 - 1999) ja koskevat tyypellä nettokuormitusta eli määriä pidättymisen jälkeen. Fosforille pidättymistä ei ole laskettu, minkä vuoksi sen todelliset määrät voivat olla tässä esitetyjä pienemmät. Fosforilaskeuma ilmakehästä on oletettu merkityksettömäksi. Suomessa hajakuormitus laskeetaan VEPS-järjestelmän avulla. Laskelmat perustuvat ajanjakson 1991 - 1996 keskiarvoihin. Toisin kuin Ruotsissa, käytettävissä ei ole tietoja siitä, minkä tyypisestä maaperästä luontainen huuhtoutuminen on peräisin. Ruotsin tavoin ilmasta tulevaa typen laskeumaa pidetään yksinomaan ihmistoiminnan aiheuttamana. Fosforin laskeuma, 4 % fosforin kokonaismäärästä, on laskettu mukaan tausta-arvoihin toisin kuin Ruotsissa, jossa fosforin laskeuma on arvioitu merkityksettömäksi. Aineisto löytyy liitteistä 4 ja 5. Menetelmät on esitetty yksityiskohtaisemmin liitteessä 6.

Varsinaisessa Itämeren altaassa lähes 80 % sekä typestä että fosforista on peräisin ihmistoiminnasta. Erona sekä Perämereen että Selkämereen on se, että maatalous on suurin kuormittaja. Kaikesta mereen päätyvästä fosforista noin 40 % aiheutuu maataloudesta. Yksittäisenä kuormituslähteenä voi lisäksi mainita rannikon kunnalliset jätevedenpuhdistamot. Ne kuormittavat Itämeren allasta voimakkaammin kuin vastaavat puhdistamot Selkämerellä tai Perämerellä.



Eri merialueille kohdistuvan typpi- ja fosforikuormituksen (N ja P) lähteet Ruotsissa 1985 - 1999. Teollisuus ja kunnalliset puhdistamot käsittävät vain rannikon laitokset (Naturvårdsverket: TRK-projektet; luokat: maatalous, metsät, hakkuut, kosteikot, avomaa, laskeuma, haja-asutus, puhdistamot, teollisuus). *Source apportionment of nitrogen and phosphorus (t/a) from Sweden 1985 - 1999. Point source discharges refers to discharges directly into the sea.*

2.5.2 Suomi

Suomesta Perämereen kulkeutuu 34 000 tonnia typpeä ja 1 700 tonnia fosforia vuodessa³. Tyypestä 53 % ja fosforista 48 % on luontaista huuhtoumaa (liitteet 4 ja 5). Käytettävissä ei ole tietoja siitä, minkä tyyppisestä maaperästä luontainen huuhtouma on peräisin.

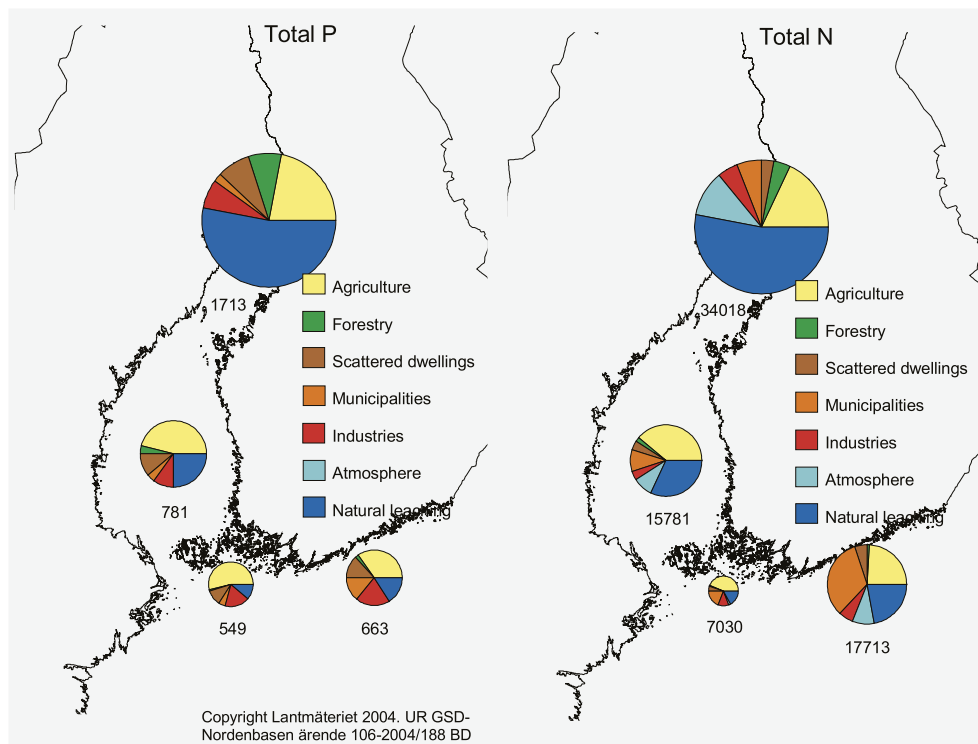
Maatalous on suurin yksittäinen kuormittaja. Sen osuus kaikesta mereen päätyvästä tyypestä on noin viidesosa, ihmisen aiheuttamasta tyyppikuormituksesta lähes 40 %.

³ Lähteenä on käytetty Kauppilan & Bäckin (toim.) VEPS-laskelmiin perustuvaa raporttia The state of Finnish coastal waters in the 1990's (The Finnish Environment 472). Raportin metsätalouden typpi- ja fosforikuormitusluvut (860 tn ja 506 tn) ovat todennäköisesti virheellisiä. Ne on korvattu Suomen ympäristökeskuksen Vesiensuojelun tavoitteiden väliarviointia 2002 varten laskemilla potentiaalisilla kuormituksilla: tyyppikuormitus 1 500 tn ja fosforikuormitus 130 tn.

Vajaa neljännes typpi-kuormituksesta on peräisin pistemäisistä lähteistä. Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden sekä niiden ulkopuolella olevan asutuksen jätevesien osuus typpi-kuormituksesta on teollisuuden osuutta suurempi. Teollisuuteen on laskettu mukaan kalankasvatus, jonka kuormitus on alle 1 % kaikesta mereen päätyvästä typestä.

Suurin ihmisen aiheuttama fosforikuormitus Perämereen tulee Suomen puolelta hajakuormituksena. Vallitseva kuormituslähde on maatalous, jonka osuus koko kuormituksesta on yli 40 %. Sekä metsätalouden että haja-asutuksen osuus fosforikuormituksesta on noin 15 %. Pistekuormituksen osuus on vastaavasti alle 20 %. Kunnallisen jätevedenpuhdistuksen ulkopuolella olevan asutuksen jätevesien aiheuttaman fosforikuormituksen on laskettu olevan peräti neljä kertaa puhdistamoilta tulevaa kuormitusta suurempi.

Laskelmien mukaan Suomen alueelta kulkeutuu Perämereen noin kaksi kertaa enemmän ravinteita kuin Selkämereen. Pääasiassa tämä johtuu suuremmasta luon-
taisesta huuhtoumasta. Perämereen laskee myös suurempia jokia kuin Selkämereen, ja ne kuljettavat mukanaan paljon enemmän valuma-alueelta peräisin olevia aineksia. Maatalouden aiheuttama kuormitus on molemmilla merialueilla suunnilleen samaa suuruusluokkaa, mutta metsätalouden kuormitus on Perämerellä suurempi kuin Selkämerellä.



Fosfori- ja typpi-kuormituksen (P ja N, tn/v) lähteet Suomessa 1991 - 1996 (Kauppila & Bäck 2001, paitsi metsätalouden kuormitus, Silvo ym. 2002). Luokat: maatalous, metsätalous, haja-asutus, taajamat, teollisuus, laskeuma ja luonnon huuhtouma).

Source apportionment of nitrogen and phosphorus (t/a) from Finland 1991 - 1996.

2.5.3 Suomen ja Ruotsin vertailu

Suomessa ja Ruotsissa on erikseen laskettu mereen kulkeutuvia ravinnemääriä 1980- ja 1990-lukujen tietojen perusteella. Maiden tilanne perustuu näin ollen kahteen eri lähteeseen. Käytetyissä menetelmissä ja aineiston laajuudessa on eroja, minkä vuoksi

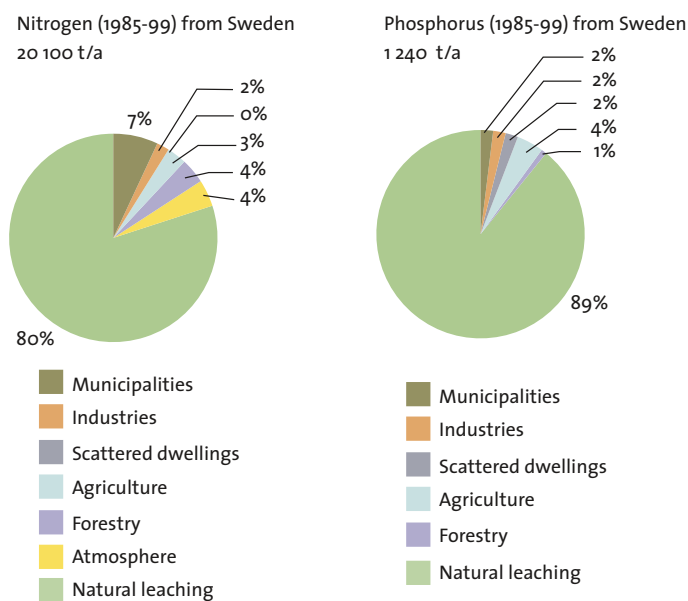
tietojen suora vertailu voi antaa kuormitustilanteesta väärän kuvan. Hajakuormituksen arvioinnissa on lisäksi olettamuksia ja arvioita, jotka lisäävät tulosten epävarmuutta. Laskelmien virhelähteet sekä menetelmien suurimmat erot on kuvattu liitteessä 6.

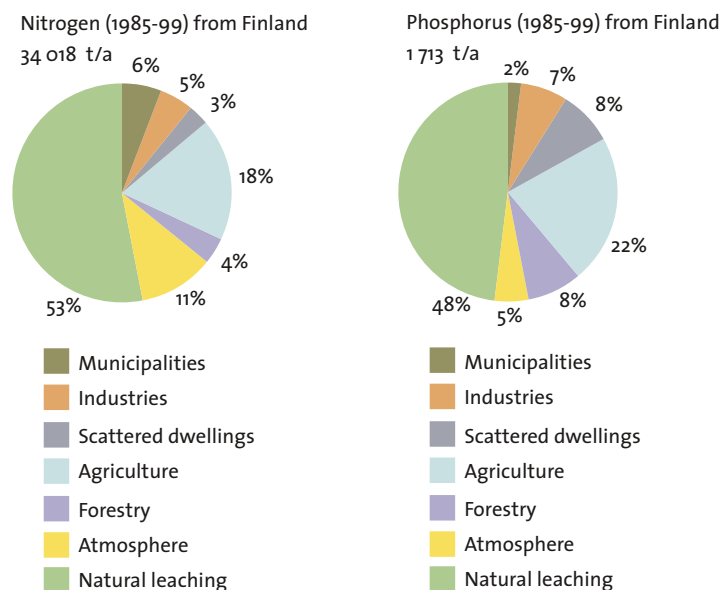
Menetelmällisistä eroista huolimatta olemme päätyneet tekemään karkean tulosten vertailun, jotta ympäristön tilasta saataisiin jonkinlainen kokonaiskuva. Vertailun mahdollistamiseksi aineistoa on käsitelty. Ruotsin aineistosta on esimerkiksi poistettu maitohuoneiden ja hulevesien kuormitus, koska näitä ei ole sisällytetty Suomen aineistoon. Typen laskeuma käsitellään ihmisen aiheuttamana kuormituksena, mutta fosforikuormitus on mukana vain Suomen osalta ja se luetaan mukaan luontaisiin tausta-arvoihin. Tulokset ovat alustavia ja vertailua on tulkittava varovaisesti. Seuraava HELCOMin raportti, PLC-4, tulee antamaan nykytilasta paremman kokonaiskuvan kuin mihin tässä raportissa on ollut mahdollista päästä.

Nyt käytössä olleiden aineistojen perusteella Perämereen kulkeutuu vuosittain karkeasti 54 000 tonnia typpeä ja 3 000 tonnia fosforia. Kaikesta mereen päätyvästä tyypestä 20 500 tonnia (38 %) ja fosforista 1 100 tonnia (35 %) on peräisin ihmisen toiminnasta.

Typpeä kulkeutuu Perämereen enemmän Suomen (34 000 tn/v) kuin Ruotsin (20 200 tn/v) puolelta. Tämä johtuu sekä suuremmasta luontaisesta huuhtoumasta että suuremmasta ihmisen aiheuttamasta kuormituksesta. Suomessa typpeä tulee suunnilleen yhtä paljon luontaisena huuhtoumana kuin ihmisperäisistä lähteistä. Ruotsissa suurin osa tyypestä on peräisin luontaisesta huuhtoumasta. Ihmisperäinen typpikuormitus on molemmissa maissa pääosin hajakuormitusta. Yksittäisistä kuormituslähteistä maatalous vallitsee Suomessa. Ruotsissa kuormitus jakaantuu melko tasaisesti kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden, metsätalouden ja laskeuman kesken.

Typen tapaan myös fosforista suurempi osa tulee Suomen puolelta (1 700 tn/v). Hieman yli puolet Suomen puolelta Perämereen päätyvästä fosforista on ihmisen aiheuttamaa kuormitusta, ja pääasiallisin kuormittaja on maatalous. Ruotsissa mereen päätyvästä fosforista (1 240 tn/v) peräti 90 % on peräisin luontaisesta huuhtoumasta. Myös Ruotsin puolella maatalous on ihmisperäisen fosforikuormituksen merkittävin lähde.





Ruotsin puolelta Perämereen kulkeutuvat ravinteet ovat suurimmaksi osaksi peräisin luonnon huuhtoumasta kun taas Suomen puolella ihmistoimilla on suurempi merkitys (TRK-projektin, Kauppila & Bäckin 2001 sekä Silvon ym. 2002 pohjalta). Luokat: taajamat, teollisuus, haja-asutus, maatalous, metsätalous, laskeuma ja luonnon huuhtouma. Vasemmalla typpi (*nitrogen*), oikealla fosfori (*phosphorus*), tn/v. *Natural leaching is the greatest source of nutrient input to the Bothnian Bay from Sweden while human activities have a greater proportion in Finland.*

Kuinka hajakuormitusta mitataan?

- Hajakuormitusta on vaikea mitata ja sen lähteitä on vaikea tunnistaa. Hajakuormituksella on kuitenkin vesiensuojelun kannalta yhä suurempi merkitys nykyään, kun pistekuormituksen osuus on vähentynyt murto-osaan aikaisemmasta tasosta. Hajakuormitusta voidaan arvioida valuma-alueen maankäytön aiheuttaman kuormituksen perusteella. Kuormituksen arvioimiseksi on tehty mittauksia. Pitkän aikavälin mittaustulokset esimerkiksi käsittelemättömiltä metsämailta antavat kuvan luonnollisesta huuhtoumasta pinta-alayksikköä kohti (liite 7). Kun tällä tavalla saadut arvot vähennetään sellaisen vesistön ainevirtaamasta, jonka valuma-alueella on sekä käsittelemätöntä metsämaata että esimerkiksi maataloutta, saadaan pinta-alayksikköä kohti arvo, joka kuvastaa maataloudesta peräisin olevien aineiden määrää tällä alueella.
- Valuma-alueella sijaitsevien erillisten hajakuormituslähteiden (maatalous, metsätalous ym.) osuudet voidaan laskea kertomalla näiden maankäyttömuotojen pinta-alat tällaisen maankäytön ominaishuuhtoumalla tai –kuormitusluvulla ja ottamalla huomioon alueen valunta. Koko hajakuormitus saadaan laskemalla eri maankäyttömuodoista aiheutuva kuormitus yhteen.
- Osa huuhtoutuneista aineista kulkeutuu suoraan pinta- ja pohjavesien mukana mereen, mutta osa jää vesistöjen pohjaan tai sitoutuu luonnon kiertoon. Tätä tapahtumaketjua kutsutaan pidättymiseksi (retentio). Valuma-alueen järvisyydellä on suuri merkitys pidättymisessä. Mereen kulkeutuvat ravinnemäärät koostuvat luonnollisesta huuhtoumasta peräisin olevista ravinteista sekä ihmisperäisestä kuormituksesta, joiden arvioinnissa pidättyminen on otettu huomioon.
- Useissa tapauksissa luonnontilassa olevilta alueilta ei ole olemassa mittaustietoja. Tällöin voidaan käyttää muualla sijaitsevien vastaavantyyppisten alueiden mittaustietoja tai laskelmat voidaan perustaa vedenlaatu- ja virtaamatietoihin. Matemaattisia malleja käytetään yhä enemmän kuormituksen arvioimisessa. Tulokset voivat poiketa toisistaan riippuen siitä millaisiin tietoihin mallit perustuvat ja mitä menetelmiä niissä käytetään. Ruotsissa ja Suomessa käytettäviä menetelmiä kokonaistyyppi- ja –fosforikuormituksen laskemiseksi esitellään liitteessä 6. Liitteessä 7 on eri maankäyttömuodoille laskettuja ominaiskuormituksia suomalaisten tutkimusten perusteella.

3 Orgaaniset aineet

Perämeren alueella orgaanisten aineiden mittareina toimivat HELCOM:in suunta- viivojen mukaan BOD_7 , COD_{Mn} , COD_{Cr} ja TOC. Vuonna 1995 Perämereen kulkeutui BOD_7 :nä laskettuna 119 600 tonnia orgaanisia aineita. Tästä 86 % tuli jokivesien mukana, 12 % oli peräisin rannikon teollisuudesta ja 2 % kulkeutui mereen rannikon kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden kautta. Suurin osa jokien kuljettamista orgaanisista aineista on peräisin alueilta, joilla ihmisen toiminta on vähäistä. Ainekset koostuvat lähinnä humusaineista, joita huuhtoutuu vesistöihin luontaisesti metsä- ja suomailta. Humusaineet ovat eloperäisiä yhdisteitä, jotka värjäävät veden tyypillisesti ruskeaksi. Perämeren valuma-alueella jokivesien suurimmat väriarvot löytyvät Suomen puolelta.

Ojittaminen etenkin turvetuotantoa varten lisää humuksen ja muiden orgaanisten aineiden huuhtoutumista. Suomen puolella Perämerta turvetuotannossa on runsas 25 000 ha suomaata, kun Ruotsin puolella turvetuotantoa on vain 4 500 ha alalla. Turvetuotannolla on näin ollen Suomen puolella selvästi suurempi vaikutus esimerkiksi humuksen huuhtoutumiseen. Myös metsätaloustoimet lisäävät humuksen huuhtoutumista. Toistaiseksi on saatavilla vain vähän tietoa siitä, mikä on eri toimenpiteiden vaikutus humuksen huuhtoutumiseen. Humuksen dynamiikka liittyy myös pitkä- ja lyhytaikaisiin ilmastomuutoksiin.

Orgaaniset aineet

Orgaanisia eli eloperäisiä aineita mitataan usein niiden hajoamiseen tarvittavan biologisen tai kemiallisen hapenkulutuksen avulla. BOD_7 (Biological Oxygen Demand) ilmaisee sen happimäärän, joka kuluu biologisessa hajoamisessa seitsemän vuorokauden aikana. Jätevedenpuhdistamosta mereen päätyvän orgaanisen aineksen kokonaiskuormitusta mitataan asukasvastineluvun (avl) mukaan, jossa yksi avl vastaa 70 g BOD_7 vuorokautta kohti. COD_{Cr} (Chemical Oxygen Demand) mittaa kemiallista hapenkulutusta kromi-ionien avulla. Menetelmää käytetään lähinnä arvioitaessa orgaanista ainesta viemäri- vedestä. Jokien orgaanisten aineiden määrää voidaan analysoida COD_{Mn} :nä, jolloin analyysissä hyödynnetään permanganaatti-ioneja. TOC (Total Organic Carbon) on liuenneen ja hiukkasmaisen orgaanisen aineksen kokonaishiilipitoisuus.

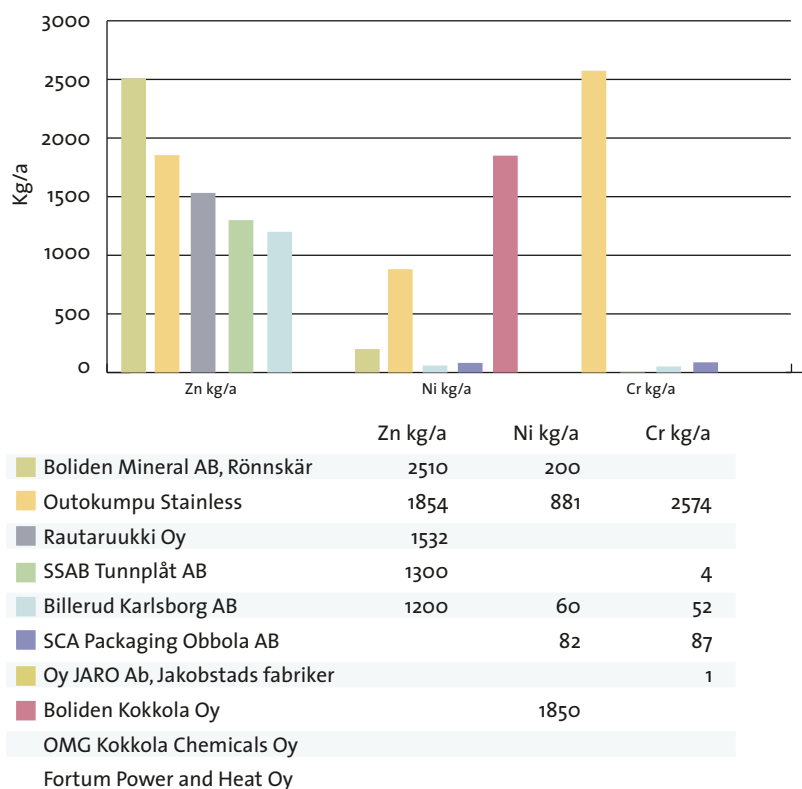
4 Raskasmetallit

Makeassa vedessä on luonnostaan metalleja pieninä pitoisuuksina. Niiden määrät joki- vesissä vaihtelevat jonkin verran virtaamista riippuen, vaikkakaan ei yhtä selvästi kuin ravinteilla. Ihmisen toiminta lisää vesien metallipitoisuuksia luontaisiin taustapitoisuuksiin verrattuna. Raskasmetalleja joutuu vesiin muun muassa teollisuusprosesseista, eri tuotteiden hajoamisesta, kaivostoiminnasta sekä eri maankäyttömuotojen aiheuttamasta voimistuneesta huuhtoutumisesta. Kuormituksen suuruus riippuu täten teollisuudesta, valuma-alueen asukastiheydestä sekä luonnonesiintymien sijoittumisesta ja niiden hyödyntämisestä. Suuri raskasmetallikuormitus ilmenee meressä pohjasedimentin ja eliöiden korkeina pitoisuuksina. Kaloilla suuret raskasmetallipitoisuudet voivat haitata lisääntymistä ja aineenvaihduntaa sekä aiheuttaa epämuodostumia. Raskasmetallit voivat siirtyä kalojen kautta myös ihmiseen.

Tiedot Itämereen päätyvien raskasmetallien kokonaismääristä ovat puutteellisia. Saatavilla olevien tietojen mukaan suurin osa raskasmetalleista kulkeutuu mereen jokivesien mukana. Vuonna 1995 joet toivat vähintään 90 % Perämereen päätyvistä metal-

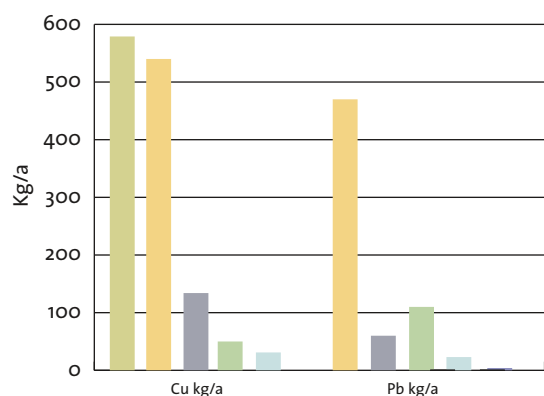
leista. Elohopeaa, lyijyä ja kadmiumia tuli eniten Suomen puolelta, kuparista ja sinkistä valtaosa oli peräisin Ruotsin puolelta. Teollisuuden päästöjen osuus lyijystä ja kadmiumista oli suurimmillaan 8 - 10 %. Kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden kautta mereen päätyi 1 % metalleista, tosin monet puhdistamot eivät mittaa raskasmetallipitoisuuksia. Elohopeaa Perämereen tulee huomattavasti enemmän kuin Selkämereen.

Perämeren rannikolla on useita suuria metalliteollisuuslaitoksia, joista mereen kulkeutuu huomattavia määriä raskasmetalleja. Skellefteån tuntumassa sijaitseva Rönnskärnsverken on merkittävä useiden eri raskasmetallien kuormittaja, ja sieltä pääsee laitoksista eniten elohopeaa ja lyijyä mereen. Kromin suurin kuormittaja on Tornion Outokumpu Stainlessin tehdas. Boliden Kokkolan ja OMG Kokkola Chemicalsin yhteisestä viemäristä tulee puolestaan suurin nikkeli-kuormitus. Kokkolan ja Rönnskärnsverkenin teollisuusalueet aiheuttavat lisäksi suurta kadmium- ja kupari-kuormitusta. Yleensä ottaen raskasmetallien kulkeutuminen mereen on vähentynyt huomattavasti viimeisten 10 - 15 vuoden aikana. Sinkin osalta kehitys on ollut päinvastainen, kun Outokumpu Stainlessin kuormitus kasvoi 1990-luvun alusta. Huippuvuonna 1999 mitatut pitoisuudet ovat kuitenkin kääntyneet laskuun. Kaikki teollisuuslaitokset eivät mittaa jätevesiensä metallipitoisuuksia. Sen vuoksi oheiset kuvat antavat metallikuormituksesta hieman puutteellisen käsityksen etenkin kohtalaisen pieniä pitoisuuksia tarkasteltaessa.

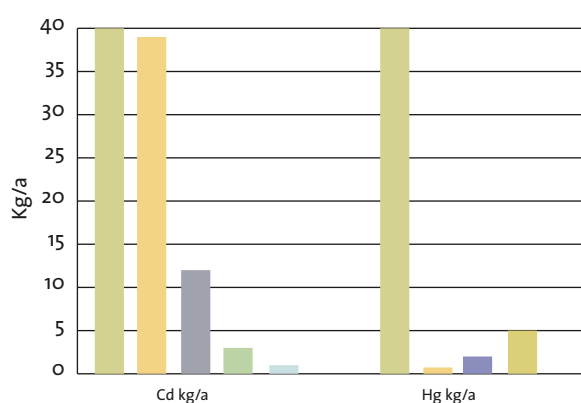


Perämeren alueen suurimmat metallien teollisuuskuormittajat v. 2000 (<http://www.ymparisto.fi/pera-meri>). Cu=kupari, Pb=lyijy, Zn=sinkki, Ni=nikkeli, Cr=kromi, Cd=kadmium, Hg=elohopea, kg/v.

The five largest industrial discharges of metals to the Bothnian Bay in 2000.



	Cu kg/a	Pb kg/a
Boliden Kokkola Oy	579	
OMG Kokkola Chemicals Oy		
Fortum Power and Heat Oy		
Boliden Mineral AB, Rönnskär	540	470
SCA Packaging Obbola AB	134	60
SSAB Tunnplåt AB	50	110
Billerud Karlsborg AB	31	23
Oy JARO Ab, Jakobstads fabriker		4



	Cd kg/a	Hg kg/a
Boliden Mineral AB, Rönnskär	40	40
Boliden Kokkola Oy	39	1
OMG Kokkola Chemicals Oy		
Fortum Power and Heat Oy		
Billerud Karlsborg AB	12	
SCA Packaging Obbola AB	3	
SSAB Tunnplåt AB	1	
Kemira Chemicals Oy		2
Eka Chemicals Oy		5

Raskasmetallien kulkeutuminen Perämereen vuonna 1995. (HELCOM 1998. The third Baltic Sea Pollution Load Compilation. Baltic Sea Environment Proceedings No. 70)

	Jokivedet		Jätevedenpuhdistamot		Teollisuuslaitokset		Yhteensä
	kg/v	%	kg/v	%	kg/v	%	kg/v
Elohopea, Hg	703*	92,3	12	1,6	42	5,5	757
Kupari, Cu	111 964	98,6	651	0,6	917	0,8	113 532
Lyijy, Pb	15 544*	90,1	102	0,6	1 449	8,5	17 095
Kadmium, Cd	1 057	89,6	5,6	0,5	117	9,9	1 180
Sinkki, Zn	484 380	97,3	2 730	0,5	10 470	2,1	497 580

*Puuttuvat tiedot

5 Ilmakehästä tuleva kuormitus

Merialueilla on vaikeaa tehdä jatkuvaa laskeuman seuranta, mutta tutkimukset ovat osoittaneet, että maalla olevien mittausasemien tulokset pätevät myös merelle. Tässä esitettävät tulokset perustuvat Perämeren ympäröivien maa-alueiden laskeumaseurantaan.

5.1 Rikki ja typpi

Ilman mukana kulkeutuvat rikki- ja typpisaasteet ovat peräisin lähinnä ihmisperäisistä rikkidioksidista (SO_2), typpioksidista (NO_x) ja ammoniakkipäästöistä (NH_3). Suurin osa rikkidioksidista ja typpioksidista joutuu ilmakehään voimalaitoksilta ja teollisuuslaitoksilta, joissa poltetaan fossiilisia polttoaineita, mutta myös lämmityksessä syntyy näitä yhdisteitä. Tiekuljetukset, meri- ja ilmaliikenne ovat typpioksidien merkittäviä lähteitä.

Ammoniakkia pääsee ilmakehään lähinnä maanviljelystä ja karjataloudesta sekä lannoituksesta ja lannoitteiden säilytyksestä.

Oksidit muuttuvat ilmassa rikkihapoksi (H_2SO_4) ja typpihapoksi (HNO_3). Hapot liukenevat sateeseen ja sumuun hajoten vety-, sulfaatti- ja nitraatti-ioneiksi. Korkea vetyionipitoisuus tekee sateesta hapanta, mikä edistää maan ja veden happamoitumista. Happaman sateen vaikutukset voivat olla huomattavia alueilla, joiden puskurikyky happamuutta vastaan on heikko. Osa sulfaatti-ioneista on peräisin merisuoloista, mutta vetyionien puuttuessa niillä ei ole vaikutusta happamoitumiseen. Typen oksidien laskeuma edistää sisävesien ja merialueiden rehevöitymistä.

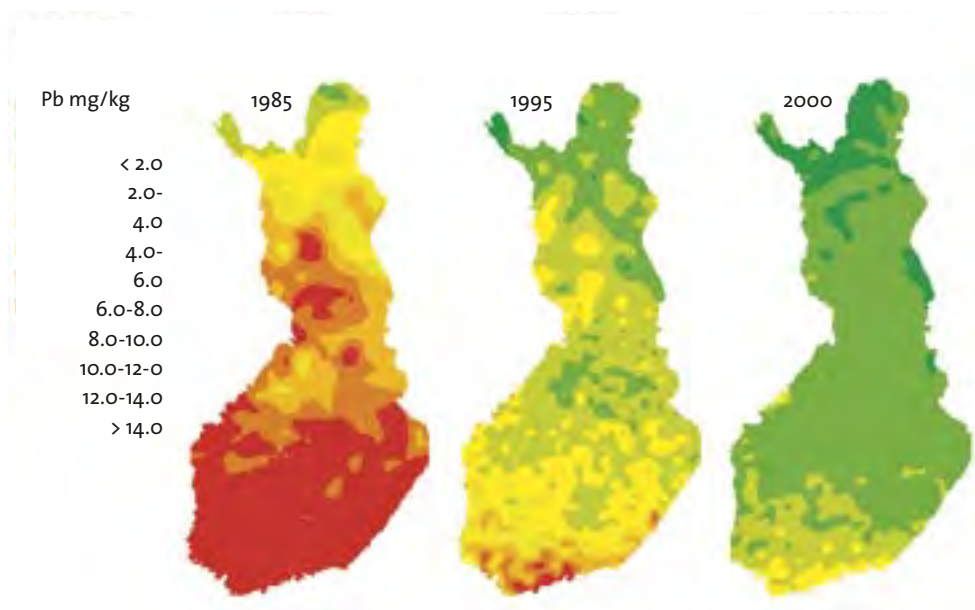
Niin sademäärä kuin sadeveden rikki- ja typpiyhdistepitoisuudet vähenevät Euroopan mittakaavassa pohjoista kohti. Perämeren alueella pitoisuudet ovat tämän vuoksi pienemmät kuin eteläisemmällä merialueella ja mantereella. Mallilaskelmien mukaan rikkilaskeuma Perämeren alueella on 200 - 300 mg/m² ja typpilaskeuma 100 - 200 mg/m². Karjataloudesta ja turkistarhoilta tulee eniten ammoniakkia Suomen puolelta, erityisesti Pohjanmaalla.

Rikkipäästöt ovat vähentyneet 1990-luvulla tehostuneen polttotekniikan ja raaka-aineiden parantuneen laadun myötä. Teollisuuden typpioksidipäästöillä on 1990-luvun loppupuolella ollut laskeva suuntaus. Sen sijaan liikenteen vastaava kuormitus ei ole huomattavasti vähentynyt katalysaattorien ja paremman polttoaineen käyttöönnotosta huolimatta. Syynä on autojen kokonaismäärän kasvu.

5.2 Raskasmetallit

Useimmat raskasmetallit kulkeutuvat ilmakehässä pieninä hiukkasina ja joutuvat maahan sateen mukana tai suoraan kuivalaskeumana. Yleensä ottaen raskasmetallien pitoisuudet ilmassa ovat suuremmat etelässä ja pienentyvät pohjoista kohti. Kuolan niemimaan suuri kuormitus voi vaikuttaa Suomen ja Ruotsin pohjoisosien raskasmetallilaskeumaan. Laskeuman kartoittamiseksi laajalta alueelta mitataan säännöllisesti lähinnä metsäkerrossammalen *Hylocomium splendens* ja seinäsammalen *Pleurozium schreberi* pitoisuuksia. Näytteiden perusteella laaditaan raskasmetallien leviämiskarttoja, joista näkyy yleisilanteen lisäksi myös paikallisten lähteiden vaikutus niiden lähiympäristöön.

Rönnskärsverken Skellefteåssa, Outokumpu Stainless Torniossa ja Boliden Kokkola Kokkolassa aiheuttavat Perämeren alueella eniten raskasmetallien ilmakuormitusta. Myös Luulajan SSAB Tunnplatin ja Raahen Rautaruukin tehtailta ilmaan kulkeutuu raskasmetalleja. Tornion teräs- ja ferrokromitehdas, Outokumpu Stainless, lisää erityisesti kromin kertymistä Tornion ja Haaparannan alueelle, jossa on mittausten perusteella Fennoskandian voimakkain kromikuormitus. Myös nikkeli-, molybdeeni- ja vanadiinipitoisuudet ovat kohonneita. Näistä nikkeli ja vanadiini ovat osaksi peräisin Haaparannan ja Tornion öljynpoltosta. Rönnskäriä ympäröivän alueen sammaleissa on todettu kohonneita arseenin, kadmiumin, kuparin ja sinkin pitoisuuksia. Vastaavasti Boliden Kokkolan kuormitus näkyy Kokkolan alueen sammaleissa kohonneina sinkkipitoisuuksina. Teollisuuden raskasmetallipäästöt ovat vähentyneet selvästi 1980-luvulta, mikä näkyy maaperän ja sammalen pienentyneinä raskasmetallipitoisuuksina. Bensiinin alentunut liijypitoisuus on vähentänyt ilmakehän kautta kulkeutuvan liijyn määriä. Yleisestä suuntauksesta poiketen Kokkolan alueella sammalnäytteiden elohopeapitoisuudet olivat vuonna 2000 suurempia kuin vuonna 1995.



Sammalen lyijypitoisuus Suomessa 1985 - 2000 (Metsäntutkimuslaitos)

Concentration of lead in moss in Finland 1985 - 2000.

5.3 Pysyvät orgaaniset yhdisteet

Ilman kautta voi kulkeutua pitkien matkojen päähän suuria määriä pysyviä orgaanisia yhdisteitä, esimerkiksi erilaiset klooratut yhdisteet kuten PCB (polyklooratut bifenyylit), HCH (heksakloorisykloheksaanit) ja erilaiset DDT-yhdisteet. Yhdisteitä joutuu ilmaan teollisuusprosesseista ja torjunta-aineiden käytöstä. Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH), jotka ovat noen kaltaisia aineita, pääsevät ilmaan tiettyjä aineita poltettaessa. Näiden yhdisteiden esiintymistä sateessa ei seurata säännöllisesti, mutta jonkin verran tietoa on saatu tutkimusprojektien kautta. Pysyviä orgaanisia aineita on todettu pohjoisilla alueilla ja jopa napaseuduilla huolimatta siitä, että näillä alueilla on vain vähän mahdollisia päästölähteitä. Tämä selittyy kaukokulkeumalla. Aikaisemmat mittaukset ovat osoittaneet, että esimerkiksi PCB-pitoisuudet Norrbottenin alueen ilmassa voivat olla samalla tasolla tai suuremmat kuin Etelä-Ruotsissa. Jopa arktisen alueen HCH- ja HCB-arvot ovat olleet yhtä suuria tai suurempia kuin Etelä-Ruotsissa. Tämä merkitsee sitä, että useiden pysyvien orgaanisten yhdisteiden laskeumat saattavat olla nimenomaan pohjoisilla alueilla ja näin ollen myös Perämeren ympäristössä suuremmat kuin etelämpänä.

6 Rantojen rakentaminen

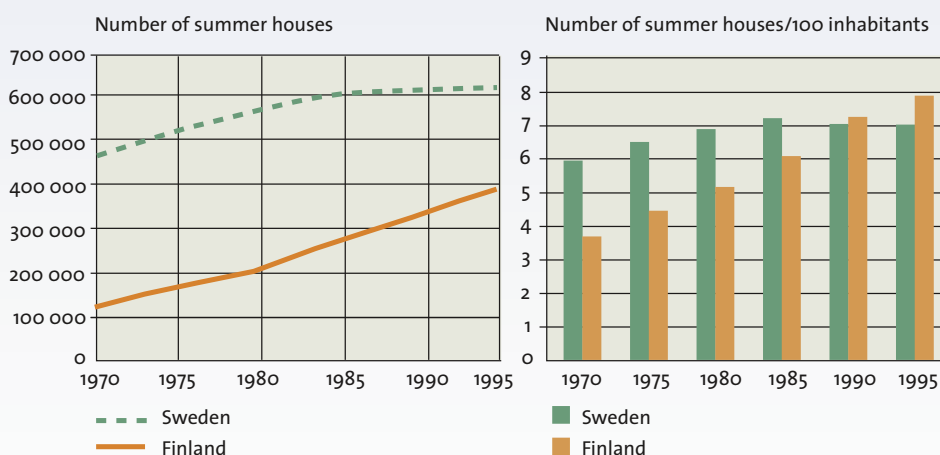
Viime vuosikymmeniä on leimannut jatkuva merenrantojen hyödyntäminen. Tämä ilmenee ensisijassa rantojen ottamisena asutuskäyttöön, ruoppauksina ja laiturien rakentamisena. Paine hyödyntämiseen on suurin merenrantaniityillä, saaristojen lahdissa sekä matalilla merialueilla, jotka ovat luonnonsuojelun kannalta erityisen tärkeitä alueita.

Rantojen hyödyntämisestä on tehty lukuisia selvityksiä niin Suomessa kuin Ruotsissa, mutta yhtenäisiä ja vertailukelpoisia menetelmiä selvityksissä ei ole käytetty. Myös tutkittavien alueiden laajuus vaihtelee, ja täydentävissä kenttätutkimuksissa on ollut puutteita. Tämän vuoksi Perämeren rantojen hyödyntämisestä on vaikea saada kokonaiskuvaa. Tässä raportissa esitetään tuloksia kansallisten selvitysten pohjalta. Yksityiskohtaisempia kartoituksia ja selvityksiä on tehty paikallisella tasolla.

Rantojen suojeleminen

Ruotsissa rantojen hyödyntämistä alettiin säädellä 1950-luvun alussa. Rantojen suojeleminen tehostettiin vuonna 1974 siten, että mukaan otettiin vesi- ja maa-alueet 100 m etäisyydellä rantalinjasta. Tätä vyöhykettä oli tietyin edellytyksin mahdollista laajentaa jopa 300 metriin asti. Ruotsissa rantojen suojeleminen tarkoitusena on turvata ulkoilun edellytykset sekä eläinten ja kasvien elinolosuhteet. Luonnon ei tarvitse olla erityisen suojeleminen arvoista, jotta määräykset olisivat voimassa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suojatulla vyöhykkeellä tietyt toimenpiteet on kielletty. Uudisrakentaminen ei ole sallittua, ei myöskään olemassa olevien rakennusten muuttaminen toisiin käyttötarkoituksiin. Ruoppaaminen on kielletty, samoin ihmisten pääsyn estäminen tai kulun vaikeuttaminen alueelle, joka muuten on jokamiehen oikeuksien perusteella käytettävissä. Toiminta ei saa olennaisesti heikentää eläinten ja kasvien elinolosuhteita. Talousrakennuksia voi rakentaa tai muita maa- ja metsätalouden, kalastuksen tai poronhoidon vaatimia toimia saa tehdä siinä tapauksessa, että ne ovat elinkeinon harjoittamisen kannalta välttämättömiä. Poikkeuslupien saamiseksi vaaditaan erityisiä syitä, kuten että maa on jo haltuun otettu, että uusi rakennus korvaa entisen rakennuksen, joka on purettu tai palanut, tai että toimenpiteet palvelevat ulkoilun tarpeita. Erityisen voimakkaat rajoitukset koskevat suojeltavia alueita. Näitä ovat luonnonsuojelualueet, Natura 2000 -alueet tai muut alueet, joiden luonnontarvot ovat suuret tai joilla on suuri merkitys ulkoilun kannalta.

Suomessa rantojen rakentamista on alettu säädellä paljon myöhemmin kuin Ruotsissa. Vapaa-ajan asumusten rakentaminen rannoille alkoi yleistyä 1950-luvulla. Rakennuslakiin ehdotettiin muutoksia 1970- ja 1980-luvuilla, jotta rantojen hyödyntämistä voitaisiin säädellä paremmin, mutta periaatepäätös rantojen suojelesta tehtiin vasta vuonna 1990. Ohjelmalla ei ollut kuitenkaan lain voimaa ja kiistoja syntyi. Vuonna 1997 voimaan tuli uusi luonnonsuojelulaki. Samalla uudistettiin rakennuslakia siten, että rannoilla uusien rakennusten on sisällyttävä yleis- tai osayleiskaavaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Suomessa jokaiselle kaavan ulkopuolella olevalle alueelle tulevalle rakennukselle on haettava lupa alueellisesta ympäristökeskuksesta. Vielä 1980-luvulla rannoille rakennettiin paljon vapaa-ajan asuntoja, mutta 1990-luvulla rakentamisahti alkoi laantua. Vieläkään rantojen suojeleminen määräykset eivät ole yhtä ankarat kuin Ruotsissa. Ruotsissa vapaa-ajan asumusten määrä ei ole kasvanut merkittävästi 1980-luvulta toisin kuin Suomessa, jossa kasvua on tapahtunut ainakin vuoteen 1995 saakka.



Vapaa-ajan asuntojen määrän kehittyminen Ruotsissa (Sweden) ja Suomessa (Finland) 1970 - 1995.

Vasemmalla kokonaismäärä, oikealla määrä 100 asukasta kohti. (Gennertin 1998 mukaan).

The amount of summer cottages in Sweden and Finland 1970 - 1995.

6.1 Ruotsi

Ruotsin tilastokeskus on koonnut tilastoja siitä, miten voimakkaasti rakentaminen on vaikuttanut Ruotsin rannikkoon. Rannikko- ja rantalinjan arvioimiseksi on käytetty Maanmittaustoimiston 1 : 10 000 mittakaavaisia kartoja. Laskelmissa ovat mukana saaret, joiden suuruus on vähintään joitakin kymmeniä neliömetrejä. Aineistoon ei ole otettu mukaan talousrakennuksia, vene- ja kalustovajoja tai vastaavia. Rakennetuksi rannaksi luokitellaan alue, jossa on rakennuksia 100 metrin etäisyydellä rannasta tai rantalinjasta. Rakentamattomaksi luokitellaan ranta, josta rakennukset puuttuvat 100 metrin säteellä.

Mantereella on 2 358 km rantaa Haaparannan ja Uumajan välissä. Mikäli saaret otetaan mukaan, kasvaa rannan pituus 3 506 km:llä. Kaikkiaan rantaa on tällöin Ruotsin puolella Perämerta noin 5 900 km. Mantereen rannasta keskimäärin 38 % on rakentamisen vaikutuksen piirissä, mikä on hieman enemmän kuin valtakunnassa keskimäärin. Rakentamistiheys 100 metrin etäisyydellä rannasta on 0,6 rakennusta

Ruotsin puoleisen Perämeren rannikon rakennetut rannat (SCB 2002).

Kunta	Rannikon pituus, km	Rakennetun rannan osuus (%) 100 ja 300 m vyöhykkeellä	
		100 m	300 m
Skellefteå	533	33	66
Robertsfors	155	47	83
Uumaja	460	48	76
Nordmaling ¹	224	37	67
Västerbottenin lääni	1 372	40	72
Haaparanta	109	28	62
Kalix	319	34	67
Luulaja	403	36	69
Piitime	379	38	74
Norrbotenin lääni	1 210	35	70
Valtakunta	13 758	30	65

¹Nordmalingin kunta ei sisälly projektin tarkastelualueeseen

hehtaaria kohti, mikä vastaa valtakunnan keskimääräistä tiheyttä. Laskelmissa ei ole mukana lainkaan saaria toisin kuin Suomen vastaavassa aineistossa. Rakentamisaste on suurin Uumaja - Robertsfors-alueella ja pienin Haaparannan seudulla. Perämeren rannikkoa on hyödynnetty rakentamiseen selvästi enemmän kuin sisämaan vesistöjen rantoja. Ruotsissa eniten rantarakentamista on Tukholman ympäristössä ja Skånen alueella.

Rakentaminen vaikeuttaa ihmisten pääsyä rannoille ja kulke- mista siellä. Tehokkaasti rakennetuilla alueilla tavoitettavissa ja käytettävissä olevan rannan osuus on pieni. Perämeren Ruotsin

100 ja 300 m rantavyöhykkeiden pinta-alat (ha) sekä rakennukset hehtaaria kohti (SCB 2002).

Kunta	100 m vyöhyke		300 m vyöhyke	
	Pinta-ala, ha	Rakennuksia / ha	Pinta-ala, ha	Rakennuksia / ha
Skellefteå	4 344	0,6	10 848	0,4
Robertsfors	1 184	0,8	2 966	0,5
Uumaja	3 353	0,9	7 545	0,6
Nordmaling ¹	1 779	0,5	4 345	0,3
Västerbottenin lääni	10 660	0,7	25 704	0,5
Haaparanta	834	0,5	2 148	0,5
Kalix	2 603	0,5	6 305	0,4
Luulaja	3 301	0,6	8 777	0,5
Piitime	3 137	0,7	7 988	0,6
Norrbotenin lääni	9 875	0,5	25 218	0,5
Valtakunta	105 622	0,6	281 781	0,7

¹Nordmalingin kunta ei sisälly projektin tarkastelualueeseen

puoleisella rannikolla käytettävissä olevat rannat ovat vähentyneet rakentamisen seurauksena 10 - 25 %. Huomattavimmat vähenemät ovat Luulajassa, Skellefteån eteläpuolella ja Uumajassa (tietoja ei voi suoraan verrata Suomen vastaaviin tietoihin).

6.2 Suomi

Suomen ympäristöministeriö on koonnut tilastoja merenrantojen rakentamisesta vuonna 1995. Aineisto on hieman toisenlainen kuin Ruotsin vastaava ja käsittää sekä mantereen rannoille että yli hehtaarin suuruisten saarten rannoille rakennusluvalla tehdyt rakennukset. Ruotsin tavoin vain 100 metrin etäisyydellä rantalinjasta sijaitsevat rakennukset on otettu huomioon. Tilastot ovat saatavissa erikseen mantereen rannoilta mukaan lukien saaret, joihin on siltayhteys.

Mantereella Tornion ja Vaasan välillä on rantaa 3 401 km. Arvossa ovat mukana ne saaret, joihin on siltayhteys. Muissa saarissa rantaa on 4 390 km, eli Suomen puolella Perämerta rannan pituus on kaikkiaan 7 791 km. Mukana ovat myös saaret, joiden pinta-ala on alle 1 ha. Keskimäärin 37 % mantereen sekä siltayhteyden päässä olevien saarten rannoista on rakennettua. Rakentamisaste on suurempi mantereen rannoilla kuin saaristossa. Poikkeuksena on Kokkolan - Himangan alue, jossa suunnilleen yhtä paljon saariston ja mantereen rannoista on rakennettua. Mikäli tarkasteluun otetaan mukaan myös hehtaaria pienemmät saaret, on rakentamisaste 34 %. Tämä on hieman suurempi kuin valtakunnan keskiarvo, joka on runsas 32 %. Perämeren eteläosissa rantojen rakentamisaste on suurempi kuin pohjoisempana.

Rakentamattomien rantakaistaleiden lyhyys ja pirstaleisuus tekevät niistä vaikeapääsyisiä ja -kulkuisia. Vaikeapääsyisten ja -kulkuisten rantojen mittana voidaan käyttää myös rakentamisastetta. Kun tällaiseksi alueeksi luetaan vapaa ranta, jonka pituus on enintään 500 m, on vaikeakulkuisten rantojen osuus koko maassa peräti 52 %. Mikäli mukaan otetaan alle 1 km pituiset vapaat vyöhykkeet, on jo 70 % koko rantalinjasta vaikeakulkuista. Tämä osoittaa sitä, että Suomessa on melko vähän yhtäjaksoisia rakentamattomia ranta-alueita.

Rakentamisen vaikutuspiirissä olevat mantereen ja saarten rannat Suomen puolella (Granö ym. 1995).

Alue	Rannan pituus, km (Mantere + saaret joihin siltayhteys)	Rannat, joissa rakennuksia 100 m vyöhykkeellä (%)	Rannan pituus, km (Saaret > 1 ha)	Rannat, joissa rakennuksia 100 m vyöhykkeellä (%)	Rannan pituus, km (Yhteensä)	Rannat, joissa rakennuksia 100 m vyöhykkeellä (%)
Lappi	329	25	341	18	670	22
Pohjois-Pohjanmaa	817	33	405	18	1222	28
Keski-Pohjanmaa	391	41	236	42	627	41
Pohjanmaa ¹	1864	41	2373	33	4237	37
Koko Perämeri	3401	37	3355	31	6756	34
Koko Suomi						32

¹ Mukana Vaasa ja sen pohjoispuoliset kunnat

6.3 Suomen ja Ruotsin vertailu

Suomen aineisto, joka sisältää sekä mantereen että siihen siltayhteydessä olevien saarten rannat, on vertailukelpoisen Ruotsin aineiston kanssa, jossa mukana on vain mantereen ranta. Rakennettua rantaa on suunnilleen yhtä paljon kummallakin puolella Perämerta. Rakentamisaste on suurin eteläisellä Perämerellä, jossa se ylittää valtakunnan keskiarvon kummassakin maassa.

Suomen ja Ruotsin rakennettujen rantojen vertailu (SCB 2002 ja Granö ym. 1995).

	Kunta	Rannan pituus ¹ , km	Niiden rantojen osuus (%) joissa rakennuksia 100 m vyöhykkeellä = vaikeakulkaisuaste	
Pohjoinen ↓	Haaparanta	109	28	
	Piitime	379	38	
	Luulaja	403	36	
	Kalix	319	34	
	Skellefteå	533	33	
	Robertsfors	155	47	
Etelä	Uumaja ²	460	48	
Pohjoinen ↓	Lappi	329	25	
	Pohjois-Pohjanmaa	817	33	
	Keskipojanmaa	391	41	
	Pohjanmaa ³	1 864	41	
Etelä	Ruotsi	2 358	38	¹ Suomen puolella mukana saaret, joihin on siltayhteys
	Suomi	3 401	37	² Mukana ei Nordmalingin kunta ³ Mukana kunnat Vaasaan asti

6.4 Alueelliset selvitykset rantojen hyödyntämisestä

Paikallisia selvityksiä rantojen hyödyntämisestä on tehty eri tarkoituksia varten. Tässä esitellään joitakin Ruotsissa tehdyistä selvityksistä.

Norrbotenissa on GIS-tekniikan avulla tutkittu muun muassa laituriin, ruoppauksen ja satamien aiheuttamaa hyödyntämispainetta mantereeseen ja saarten rannoilla 300 metrin päähän rantalinjasta ulottuvalla vyöhykkeellä. Rakennuksia ei ole otettu huomioon. Aineistoa ei ole vielä analysoitu.

Piitimen kunnassa on tutkittu ilmakuvien avulla rantojen hyödyntämistä. Kaikki rakennukset, ruoppaukset, laiturit, sillat ja venesatamat otettiin huomioon. Rakentamisen vaikutuksen laskettiin ulottuvan 50 metrin etäisyydelle kohteesta. Tutkimuksen perusteella todettiin, että kunnan alueella runsas 50 % mantereen rannasta ja 20 % saarten rannoista oli hyödynnetty. Ainoastaan pienet saaret olivat rakentamattomia. Mantereella rakentaminen ja muut toimet olivat hajanaisempia kuin saaristossa, jossa rantavyöhykkeen hyödyntämisessä oli selvempiä keskittyviä.

Västerbottenin Skellefteån kunnassa on inventoitu luonnonarvoiltaan huomattavia rannikko- ja saaristoalueita. Tutkimuksen yhteydessä tehtiin GIS-tekniikan avulla yksinkertainen rantarakentamisen laajuuden kartoitus. Samalla laskettiin kuinka suuri osa kunnan rantalinjasta muodostuu vähintään 500 m mittaisista rakentamattomista jaksoista. Kunnan mantereelle sijoittuvaa rantaa on tutkimuksen perusteella 427 km. Tästä 30 % muodostuu rakentamattomista jaksoista. Saarten rannoista rakentamattomaa on 34 %. Västerbottenin koko rannikon hyödyntämisestä on tehty vastaava GIS-analyysi, mutta sen aineisto ei vielä ole käytettävissä.

7 Toimenpiteet valuma-alueella

Ihmisen toiminta on muuttanut useita Perämereen laskevia jokivesistöjä. Voimalliset, kuivatukset, perkaukset, patoaminen ja pengerrykset ovat vaikuttaneet maise-

maan, biologiseen monimuotoisuuteen ja vesistöjen käyttökelpoisuuteen. Toimenpiteiden taustalla on enimmäkseen ollut vesivoiman tuotanto ja tulvien estäminen.

7.1 Vesivoimarakentaminen

Useat vesivoimarakentamiseen liittyvät toimenpiteet ovat vaikutuksiltaan hyvin laajoja. Vesipintoja on toisaalta nostettu ja toisaalta jokiosuuksia on jäänyt kuivilleen. Voimalaitokset ja padot estävät vaelluskalojen nousun esteiden yläpuolisille jokiosuuksille. Säännöstely, erityisesti lyhytaikaisäännöstely, vaikuttaa vesistöjen rantavyöhykkeeseen vedenpinnan vaihtelun kuluttaessa rantoja ja irrottaessa kiintoainetta. Vedenlaatu voi heikentyä, kun vesi samenee, kiintoaineen, ravinteiden ja metallien pitoisuudet kasvavat ja maaperän happamuus kasvaa pohjaveden tason laskiessa. Vaikutukset voivat ilmetä jopa jokien alajuoksulla ja jokisuulla. Vesivoiman etuihin kuuluu se, että kyseessä on uusiutuva luonnonvara eikä toiminnasta aiheudu merkittäviä päästöjä. Kaloihin kohdistuvia vaikutuksia voidaan vähentää istutusten avulla sekä rakentamalla patojen yhteyteen kalateitä.

Kyrönjoki Pohjanmaalla (valuma-alue 4 900 km² ja keskivirtaama 43 m³/s) on esimerkki joesta, jonka maisemaa on muokattu erittäin voimakkaasti. Jo 1300-luvulla jokea alettiin hyödyntää vesimyllyjen voimanlähteenä. 1900-luvun voimakkaan uittovaiheen aikana jokea muotoiltiin ja sen koskia perattiin. Samalla peltoja muokattiin rannoille asti. 1960-luvun jälkeen alkoi laajojen pengerrysten ja patojen rakentaminen. Nykyään joen yläjuoksulla on neljä voimalaitosta, viisi tekojärveä ja yksi säännöstelty järvi. Virtaamaa säädellään viikko- ja vuorokausirytmeyksissä sähkönkulutuksen mukaisesti ja tulvien estämiseksi.

7.2 Säännöstely

Sekä luonnolliset syyt että ihmistoiminta voivat aiheuttaa pitkäaikaisia muutoksia virtaamissa. Ihmisen aiheuttamista muutoksista merkittävin lieenee säännöstely voimalaitausta varten. Säännöstelyn tarkoituksena on varastoida vettä järviin ja tekoaltaisiin sellaisina kausina, kun sitä on runsaasti, mutta energiankulutus on vähäistä. Varastoista juoksutetaan vettä silloin, kun sitä on luonnostaan vähän, mutta energiantarve on suuri. Pohjoismaissa säännöstelyaltaita käytetään vesivoiman tuotantoon käytännössä talvisin, kun sähköntarve on suurin.

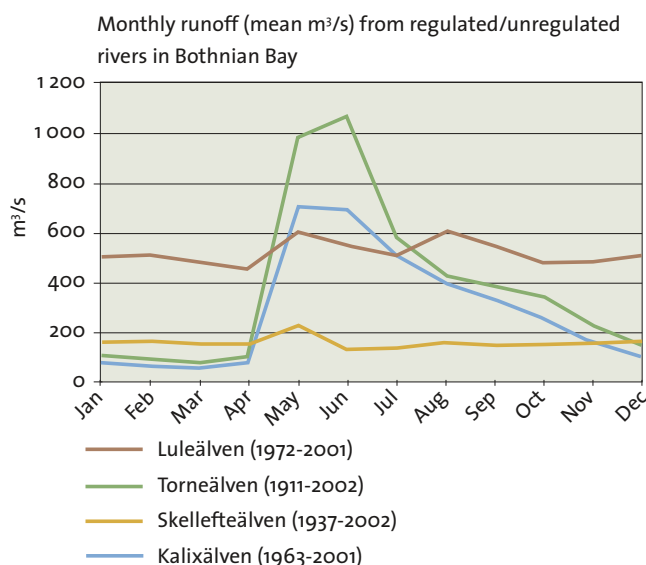
Useimmat Suomen ja Ruotsin suurista joista ovat joko kokonaan tai osittain rakennettuja ja säännösteltyjä. Esimerkiksi Kemijoki, Luulajanjoki, Skelleftejoki, Uumajajoki, Oulujoki ja Iijoki ovat kaikki voimakkaasti rakennettuja. Näistä Luulajanjoki on suurin sähköntuottaja. Tornionjoki ja Kalixjoki ovat puolestaan ainutlaatuisia jopa kansainvälisesti ajatellen, koska ne ovat suuria ja silti täysin säännöstelemättömiä jokia. Myös Piitimejoki on suurimmalta osin säännöstelemätön, vaikkakin 40 km jokisuusta ylävirtaan sijaitsevassa Sikforsissa on pato. Myös useimmat Perämereen laskevat keskisuuret joet on rakennettu, poikkeuksena esimerkiksi Rånejoki, Byskejoki, Kiiminkijoki ja Simojoki. Säännöstelyrakenteet on tehty pääosin 1930-luvulla. Vesivoima muodostaa nykyään lähes puolet Ruotsin ja viidesosan Suomen energiantuotannosta. Useita järviä käytetään varastoaltaina ja myös keinotekoisia altaita on rakennettu, esimerkkinä suuret Lokan ja Porttipahdan altaat Kemijoen suulla.

Säännöstely tasoittaa virtaamien vuodenaikaista vaihtelua luonnontilaan verrattuna. Lumensulamisen aiheuttamat kevättulvat heikentyvät, kun säännöstelyaltaita täytetään talven jäljiltä. Talvisin virtaamat ovat puolestaan luonnontilaista suuremmat, kun vettä juoksutetaan energiantuottoa varten. Hyvä esimerkki on voimakkaasti säännöstelty Luulajanjoki. Lumen sulamisen aikana joessa juoksutetaan vettä vain noin 400 m³/s,

kun luonnontilassa vastaava virtaama on ollut 1 400 m³/s. Talvisin virtaama on jopa noin 600 m³/s, kun luonnostaan virtaama olisi vain 100 - 200 m³/s.

Vesien säännöstelyn takia koko Pohjanlahteen tulevan vesimäärän on laskettu vähentyneen keväällä jopa 35 % ja toisaalta kasvaneen talvisin jopa 70 % luonnontilaista suuremmaksi. Tämän on arvioitu olevan riittävän suurta vaikuttamaan meren pintakerrosten makean veden määrään. Säännöstelemättömiä jokia on kuitenkin paljon, eikä Perämeressä ero luonnolliseen tilanteeseen verrattuna ole niin suuri kuin Selkämeressä. Virtaamissa tapahtunut muutos vaikuttaa veden viipymään merialtaassa. Sillä voi olla vaikutusta Pohjanlahden ja Itämeren päältä veden vaihtumiseen siten, että Pohjanlahdesta tuleva virtaus on talvisin suurentunut ja keväisin pienentynyt. Jokien muuttuneella juoksutusrytmillä on vaikutusta myös kiintoaineen, ravinteiden ja muiden aineiden kulkeutumiseen, mikä edelleen vaikuttaa meren tilaan. Kokonaispitoisuuksien lisäksi myös kulkeutumisajankohdalla on merkitystä erityisesti säännösteltyjen jokien edustan ekologiaan.

Voimakkaasti säännösteltyjen Luulajanjoen ja Skelleftejoen virtaamat (m³/s) eivät noudattele samaa vuosirytmää kuin säännöstelemättömien Kalix- ja Tornionjoen (SMHI, virtaaman pitkäaikaiskeskiarvot). *The runoff of heavily regulated rivers like Lule- and Skellefteälven does not follow the natural annual variation as in unregulated rivers like Kalix and Torne älv.*



7.3 Happamien maiden muokkaaminen

Vanhon merenpohjakerrostumien happamat maat ovat erityinen ongelma Perämeren alueella. Niiden haitallisia vesistövaikutuksia tehostaa maan kuivattaminen ja sen pääsy kosketuksiin ilman hapen kanssa. Näin käy säännöstelyn yhteydessä sekä silloin, kun vesiuomia ja ympäröiviä maita muokataan. Muutokset ovat osaksi väliaikaisia, mutta ne voivat siitä huolimatta aiheuttaa äkillisiä kalojen ja rapujen kuolemia sekä häiriöitä pohjaeläinyhteisöissä. Kalakuolemat ovat toistuva ongelma tietyissä joissa ja niiden suualueilla. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi Kyrönjoki ja Luodonjärvi. Mäti ja poikaset ovat happamuudelle herkimpiä ja niiden tuhoutuminen voi heijastua kalansaaliissa jopa kymmenkunta vuotta.

8 Laiva- ja veneliikenne

Öljyn ja muiden vaarallisten aineiden kuljetukset ovat uhka merelliselle ympäristölle. Suuri öljypäästö Perämeressä voi saada aikaan katastrofaalisia seurauksia, etenkin kun haitallisten aineiden hajoaminen kylmässä vedessä on hidasta. Perämeren suurin öljyonnettomuus sattui Vaasan edustalla vuonna 1984, kun Eira-aluksesta valui mereen 2 000 tonnia öljyä. Öljypäästö aiheutti laajoja vahinkoja Merenkurkun alueella. Perämerellä laivaliikenne ei ole yhtä vilkasta kuin varsinaisella Itämerellä,

mikä on yksi syynä sille, että Perämerellä on ollut vähemmän laittomia öljypäästöjä ja onnettomuuksia. Perämeren satamat sijaitsevat yleensä perusteollisuuden yhteydessä. Suomella on Perämeren alueella enemmän satamia kuin Ruotsilla. Eniten rahtia lasta- taan Luulajassa ja Raahessa. Perämeren vaikeiden jääolojen vuoksi jäänmurtaajien on avustettava laivoja talvisin, mikä tehdään Suomen ja Ruotsin yhteistyönä. Jäänmurtaajat eivät kuitenkaan avusta jääolosuhteisiin soveltumattomia aluksia, joten talvisin tällaiset alukset eivät pysty liikennöimään Perämerellä.

Vapaa-ajan veneiden ulkolaitamoottoreista suurin osa on kaksitahtimoottoreita. Niiden polttoteho on huono ja 20 - 30 % polttoaineesta menee moottorin läpi pala- matta. Noin puolet kaksitahtimoottoreiden pakokaasuista päätyy veteen ja loput ilmaan. Ruotsin ulkolaitamoottoreista on laskettu joutuvan mereen noin 15 000 tonnia hiili- vetyä vuodessa, suurin osa palamattomana bensiininä. Lukua voi verrata laivojen öljy- päästöihin, jotka saavat julkisuudessa runsaasti huomiota, mutta ovat suuruusluokal- taan "vain" 200 - 300 tonnia. Koska ulkolaitamoottoreiden polyaromaattisten hiili- vetyjen (PAH-aineet) päästöt ovat suuria, on niillä merkitystä myös meren myrkky- kuormittajana. Päästöt voivat vahingoittaa kalakantoja ja linnustoa, varsinkin kun ne ajoittuvat siihen vuodenaikaan, jolloin useilla vesieläimillä on menossa erityisen herkkä lisääntymisvaihe. Veneliikenne kohdistuu usein herkille alueille, kuten mataliin meren- lahtiin. Veneet aiheuttavat lisäksi melua ja saattavat häiritä merilintuja niiden pesinnän aikana. Lisää tietoa tarvitaan Perämeren erityisen herkistä alueista ja veneliikenteen todellisista vaikutuksista.

Vesiskootterit aiheuttavat jopa enemmän melua kuin ulkolaitamoottorit. Ruotsissa niillä ajaminen on sallittua ainoastaan lääninhallituksen osoittamilla alueilla. Talvisin saaristossa kuljetaan moottorikelkoilla, jotka häiritsevät lähinnä ihmisiä. Molemmissa maissa jäällä ajaminen on sallittu, mutta saarilla liikkuminen moottorikelkoilla on peri- aatteessa kielletty huolto liikennettä ja erikseen määriteltyjä kelkkailureittejä lukuun ottamatta.

9 Tiivistelmä

Perämeren kuormitus

- Ravinnepitoisimmat joet sijaitsevat Pohjanmaalla. Pohjoisempana joet ovat yleensä suuria ja niukka- ravinteisempia. Useat Ruotsin joet saavat alkunsa tuntureilta ja ovat luontaisesti niukkaravinteisia.
- Perämeren rannikolla on 13 suurta teollisuuslaitosta ja 28 kunnallista jätevedenpuhdistamo (av- yli 1000). Kunnallisista puhdistamoista tulee mereen suurempi typpikuormitus kuin teollisuudesta. Fosforikuormituksessa teollisuudella on suurempi merkitys.
- Maatalous on keskittynyt Suomen puolelle, erityisesti valuma-alueen eteläisiin osiin.
- Perämeren valuma-alueesta noin 200 000 km² (70 %) on metsämaata. Metsätalous on laajamittaista ja intensiivistä, mikä näkyy siinä että yli 90 % tuottavasta metsämaasta on metsätalouden piirissä.
- Perämereen kohdistuu enemmän typpi- ja fosforikuormitusta Suomen kuin Ruotsin puolelta.
- Suurin osa ravinteista kulkeutuu Perämereen jokien kautta. Suurimmat vuotuiset ravinteiden ainevir- taamat ovat joissa, joiden virtaamat ovat suuret, esimerkkinä Kemijoki.
- Luontaisen huuhtouman merkitys Perämereen tulevien ravinteiden määrässä on suuri. Ruotsin puolella valtaosa mereen kulkeutuvasta tuestä ja fosforista on peräisin valuma-alueen luontaisesta huuhtoumasta. Suomessa ihmisen aiheuttaman kuormituksen ja luontaisen huuhtouman osuudet ovat suunnilleen samat. Ihmisen aiheuttama ravinnekuormitus on Ruotsin puolella pienempi kuin Suomen puolella.

- Suurin osa ihmisen aiheuttamasta typpikuormituksesta on peräisin hajakuormituslähteistä. Yksittäisistä lähteistä maatalous vallitsee Suomen puolella. Ruotsin puolella kunnallisten jätevedenpuhdistamoiden, metsätalouden ja ilmalaskeuman osuudet ovat suunnilleen yhtä suuret.
- Suomen puolella ihmisen aiheuttamasta fosforikuormituksesta suurin osa tulee hajakuormituslähteistä, Ruotsissa hieman suurempi osuus tulee pistekuormituslähteistä. Yksittäisistä lähteistä maatalous vallitsee molemmissa maissa.
- Mereen kulkeutuvien ravinnemäärien arvioimisessa tarvitaan yhdenmukaisia menetelmiä, joihin sisältyy jokikulkeuman ja pistelähteiden lisäksi myös luonnonhuuhtouma ja hajakuormitus.
- Mereen kulkeutuva orgaaninen aines on suurelta osin jokien tuomaa. Suurin osa orgaanisesta aineksesta on humusta, joka värjää veden ruskeaksi.
- Tiedot Perämeren raskasmetallikuormituksesta ovat puutteellisia. Olemassa olevien tietojen perusteella vaikuttaa siltä, että suurin osa raskasmetalleista tulee jokivesien mukana. Teollisuuden päästöt ovat aikaisemmin olleet suuria. Nykyään noin 10 % raskasmetalleista on peräisin teollisuudesta.
- Teollisuudesta Rönnskärsverken, Outokumpu Stainless ja Boliden Kokkola / OMG Kokkola Chemicals aiheuttavat suurimman raskasmetallien kuormituksen Perämereen. Yleensä ottaen päästöt ovat vähentyneet huomattavasti viimeisten 10 - 15 vuoden aikana.
- Ilman rikki- ja typpiyhdisteiden pitoisuudet sekä laskeuma pienenevät etelästä pohjoiseen Euroopan alueella. Tämän vuoksi Perämeren alueella pitoisuudet ovat yleensä ottaen pienemmät kuin etelämpänä.
- Teollisuuden aiheuttamat raskasmetallien ilmapäästöt näkyvät sammaleen kohonneina pitoisuuksina lähialueilla. Ilmapäästöt ovat vähentyneet yleisesti 1980-luvulta, mikä näkyy siinä että vaikutusalueet ja pitoisuudet ovat pienentyneet.

Käyttöpaineet

- Perämeren mantereiden rantojen hyödyntämisaste on keskimäärin 37 - 38 %. Rakennettuja rantoja on eniten Perämeren eteläisemmillä alueilla. Suomessa mantereella on enemmän rakennettuja rantoja kuin saaristossa. Ruotsista vastaavia tietoja ei ole saatavilla.
- Monet Perämereen laskevat vesistöt on rakennettu voimatalouskäyttöön ja niitä säännöstellään. Toiminta on vaikuttanut maisemaan, muuttanut luonnollista virtaamarytmiä ja estänyt vaelluskaloja pääsemästä lisääntymisalueilleen.
- Valuma-alueella esiintyy paikoitellen sulfidipitoisia maalajeja. Näiden maiden ojitus ja kaivaminen vaikuttaa jokisuistojen kemialliseen tilaan.
- Laivaliikenne Perämerellä ei ole yhtä vilkasta kuin varsinaisessa Itämeressä, mikä on suurin syy sille, että laittomia öljypäästöjä ja onnettomuuksia on vähemmän. Perämeri on haavoittuva ja lähes suljettu merialue, jossa suurella öljypäästöllä voi olla katastrofaalisia seurauksia.



OSA 3

Ympäristöongelmien tunnistaminen

Ympäristöongelmien tunnistaminen

1 Rehevöityminen

Ravinteet ovat kaiken elämän perusta. Typen, fosforin ja piin kulkeutuminen mereen mahdollistaa elämän meressä. Kun ravinteiden, lähinnä fosforin ja/tai typen, määrät kasvavat liian suuriksi, ekosysteemin tasapaino alkaa järkkäyä. Kyseessä on rehevöityminen ja erilaiset siihen liittyvät ilmiöt.

Liian suuri ravinteiden määrä lisää aluksi kasviplanktonin kasvua. Kasviplanktonin biomassaa mitataan usein epäsuorasti veden a-klorofyllipitoisuutena. Yleinen klorofyllipitoisuuden nousu jollakin alueella osoittaa sitä, että ekosysteemi vastaanottaa aiempaa runsaammin ravinteita. Levien keväisin tapahtuvat kukinnat eli massaesiintymät ovat luonnollinen ilmiö, mutta jos voimakkaat leväkukinnat jatkuvat kesän ja syksyn ajan, on ravinteita liikaa. Mitä enemmän vesimassassa on leviä, sitä enemmän pohjille vajooa orgaanista eli eloperäistä ainesta. Orgaanisen aineksen hajottaminen kuluttaa runsaasti happea. Rehevöityneillä alueilla voi käydä niin, että hajotustoiminnan myötä happi loppuu kokonaan pohjan läheltä. Riski hapen loppumiseen kasvaa, mikäli vesi on kerrostunutta, koska tällöin hapekas päällysvesi ei pääse sekoittumaan alusveden kanssa. Seurauksena voi olla pohjaeläimistön väheneminen tai katoaminen.

Matalikkojen pohjille saattaa muodostua rihmamaisten levien massaesiintymiä. Levät irtoavat vähitellen alustasta ja kulkeutuvat syvemmille vesille, jossa levien kasautuessa yhteen voi muodostua ajelehtivia levämattoja. Levämatot estävät alla olevan kasvillisuuden valon saantia ja saattavat pahimmillaan edistää hapettomien alueiden syntymistä pohjille. Rannoille huuhtoutuessaan kuolleet levämassat levittävät epämiellyttävää hajua.

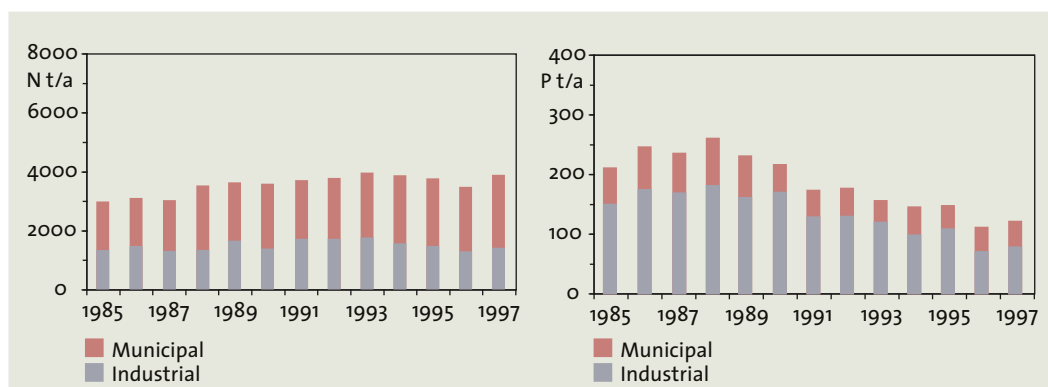
1.1 Ravinnekuormituksen ajallinen kehitys

Suomen rannikkovesiin kohdistuva fosforikuormitus on vähentynyt 1970-luvun alusta lähtien. Tämä johtuu suurelta osin teollisuusprosessien kehittymisestä ja jätevesien puhdistuksen tehostumisesta. Perämeressä vaikutukset näkyvät erityisesti Oulujoessa ja sen suistoalueella. Sen sijaan typpikuormitus kasvoi yleisesti Suomessa 1980-luvulla. Tämä johtui maatalouden voimistumisesta, taajamien kasvusta, kalanviljelystä ja suurista laskeumista, mutta myös jokien virtaamien kasvusta. Pistekuormitus lisääntyi Perämeren alueella vielä 1980-luvun puolivälin jälkeen toisin kuin muilla Itämeren alueilla. Yhtenä syynä oli se, että jätevesikuormitus kasvoi yhä useampien talouksien liittyessä kunnalliseen jätevedenpuhdistukseen. Suuntaus tasoittui 1990-luvun lopulla, kun jätevedenpuhdistamoita keskitettiin ja massatehtaiden ravinnepäästöt vähentyivät.

Typen kulkeutuminen mereen Ruotsin jokien kautta lisääntyi selvästi 1970-luvulta 1980-luvun puoliväliin. Todennäköisesti syynä olivat suuret typen laskeumat sekä maataloudessa yleistynyt typpilannoitus. Monenlaisista toimenpiteistä huolimatta typpikuormitusta ei ole saatu pysyvästi vähennetyksi. Myöskään jokien tuoma fosforikuormitus ei ole vähentynyt tähän mennessä mainittavasti huolimatta siitä, että maatalouden fosforilannoitus on selvästi pienentynyt. Ruotsin jätevedenpuhdistamoista on todennäköisesti päässyt yhä enemmän typpeä mereen, kunnes joitakin vuosia sitten typen puhdistusta alettiin tehostaa laajalti. Ruotsin ympäristöviranomaiset ovat todenneet, että ainoastaan merialueet Norrtäljestä etelään ovat herkkiä typpikuormitukselle. Pohjoisempaan leväkasvua rajoittaa typen sijasta fosfori. Tämän takia jätevedenpuhdis-

tamoista Perämereen kohdistuvaa typpikuormitusta ei nykyään rajoiteta. Teollisuuden ja taajamien fosforikuormitus on sen sijaan vähentynyt voimakkaasti 1970-luvun lopusta lähtien puhdistusmenetelmien tehostumisen myötä.

Jokien kautta mereen kulkeutuvien ravinteiden suuret vuotuiset vaihtelut johtuvat pääasiassa jokien virtaamissa tapahtuvista vaihteluista – ravinnemäärät kasvavat virtaaman kasvaessa ja päinvastoin. Vuosien 1998 ja 2000 yllättävän suuret ravinnemäärät johtuvat siitä, että näinä vuosina satoi poikkeuksellisen runsaasti.



Taajamien (*municipal*) ja teollisuuden (*industrial*) jätevedenpuhdistamoista Suomen rannikkovesiin tuleva typpi- ja fosforikuormitus (N, P, tonnia vuodessa) jaksolla 1985 - 1997 (Kauppila & Bäck 2001).

Trends of the total fluxes of nitrogen (N) and phosphorus (P) into Finnish coastal waters in 1985-1997.

1.2 Ravinnepitoisuudet

1.2.1 Avomeri

Itämeren altaan ravinnepitoisuudet kohosivat huomattavasti useiden vuosikymmenten ajan 1980-luvulle saakka. Suurin syy oli valuma-alueen maatalouden lisääntynyt ravinnekuormitus. Rehevöitymisestä on merkkejä laajoilla alueilla. Levien massaesiintymät ovat yleistyneet, ja muun vesikasvillisuuden määrä on kasvanut. Viime vuosina Itämeren altaan ravinnepitoisuudet ovat kääntyneet laskuun.

Pohjanlahdessa epäorgaanisen typen (nitraatti ja nitraatti) pitoisuus on kohonnut jatkuvasti 1970-luvulta lähtien. Typpipitoisuuden nousu vaikuttaa tasaantuneen 1990-luvun alussa ja tällä hetkellä se on vakiintunut suhteellisen korkealle tasolle. Kohonneet typpipitoisuudet ovat todennäköisesti yhteydessä ainakin jokien tuoman typpimäärän kasvuun, mikä puolestaan liittyy 1980-luvun suuriin virtaamiin.

Perämeressä ravinnepitoisuudet ovat pienemmät kuin varsinaisessa Itämeren altaassa, eikä yhtä suuria rehevöitymisoireita ole. Perämeressä typpipitoisuuksien kasvu ei ole johtanut kasviplanktonin tuotannon tai biomassan kasvamiseen avomerellä. Tämä johtuu siitä, että tällä merialueella tuotantoa rajoittaa poikkeuksellisesti fosfori. Fosforipitoisuus on niin pieni, että levät eivät voi hyödyntää runsaita typpimääriä, koska ne tarvitsevat kasvuunsa molempia ravinteita tietyssä suhteessa. Fosfaattipitoisuus on jopa vähentynyt jonkin verran 1990-luvun puoliväliin mennessä. 1990-luvun loppupuolella typpi- tai fosforipitoisuuksissa ei näy selviä muutoksia.

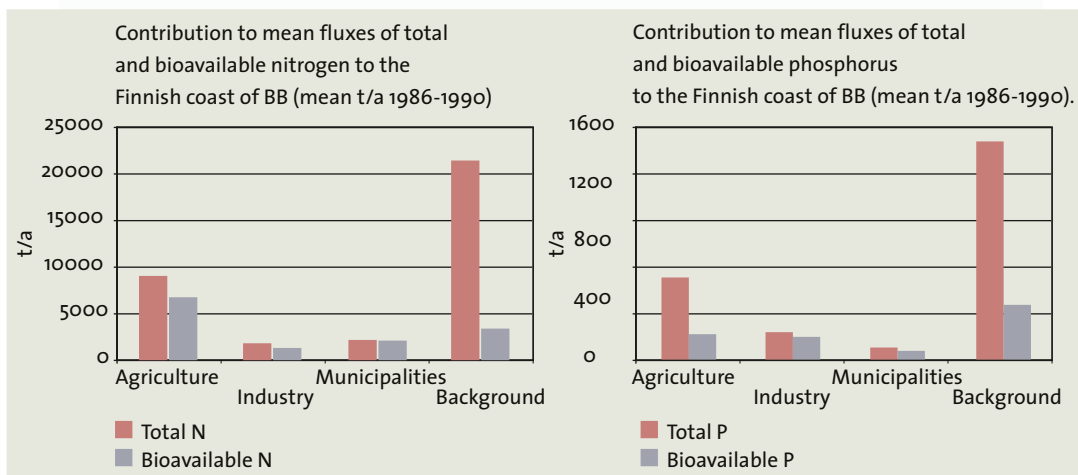
Piin pitoisuuksissa ei ole mitään erityistä suuntausta Perämerellä. Piin saatavuus riippuu enimmäkseen valuman suuruudesta. Millään Itämeren osa-alueella pii ei rajoita perustuotantoa.

Kaikki ravinteet eivät ole leville käyttökelpoisessa muodossa

■ Ravinteita kulkeutuu mereen rannikon piste- ja hajakuormituslähteistä, jokivesien mukana ja ilmakehän kautta. Ravinteiden määrästä ja niiden kemiallisesta muodosta riippuu niiden vaikutus rannikon ekosysteemiin. Typen ja fosforin biologinen käyttökelpoisuus eroaa luonnollisten ja ihmisperäisten lähteiden välillä.

■ Suurin osa luonnon huuhtoumasta peräisin olevista ravinteista ei ole välittömästi kasviplanktonin vaatimassa epäorgaanisessa muodossa. Metsämaalta tulevasta fosforista noin neljäsosa ja tyydestä 15 % on suoraan leville käyttökelpoista. Maatalousmailta tulevasta fosforista kolmasosa ja tyydestä jopa 70 % on käyttökelpoista. Pistelähteistä tulevista ravinteista huomattavasti suurempi osa on leville käyttökelpoista. On arvioitu, että jätevedenpuhdistamoista mereen päätyvästä fosforista 70 % ja tyydestä 100 % sekä metsäteollisuudesta tulevasta fosforista 80 % ja tyydestä 50 % on leville suoraan käyttökelpoisessa muodossa. Nämä ovat karkeita arvioita, mutta antavat kuvan siitä miten eri lähteiden suhteellista merkitystä tulee tulkita rannikkovyöhykkeen rehevöitymisessä.

■ Maaperästä luontaisesti huuhtoutuvan typen ja fosforin merkitys rehevöitymiseen on näin ollen vähäisempi, kuin mitä voisi päätellä niiden osuudesta kokonaistypen ja -fosforin määrissä. Jos tarkastellaan ainoastaan leville käyttökelpoisessa muodossa olevia ravinteita, on pistekuormituslähteiden osuus kokonaismäärästä noin kaksi kertaa suurempi verrattuna osuuteen kokonaistypen ja -fosforin kuormituksesta. Maatalouden vaikutus on hieman toisenlainen. Jos tarkastellaan vain leville käyttökelpoisessa muodossa olevia ravinteita, kasvaa maatalouden osuus typen osalta, mutta fosforin osalta se vähenee. Tämä johtuu osaksi siitä, että tyyppiä huuhtoutuu pelloilta helposti liukoissa muodossa, kun taas epäorgaanisia fosfaatteja saattaa sitoutua maaperään. Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että on hieman harhaanjohtavaa tarkastella ainoastaan kokonaistypen ja -fosforin jakaumia.



Eri lähteistä Suomen puolelle Perämereä tulevat kokonaistypen ja -fosforin (*total N, P*) sekä leville käyttökelpoisessa muodossa olevan typen ja fosforin (*bioavailable N, P*) määrät keskimäärin vv. 1986 - 1990, tn/v (olettaen, että käyttökelpoisessa muodossa oleva N, P = epäorgaaninen N, P eli DIN, DIP). *Agriculture* = maatalous, *industry* = teollisuus, *municipalities* = taajamat, *background* = luonnon huuhtouma (Pitkänen 1994).

Contribution of different sources to the mean fluxes of total and bioavailable N, P (mean t/a 1986-1990) to the Finnish coast of the Bothnian Bay (assumed that bioavailable N, P = inorganic N, P i.e. DIN, DIP).

1.2.2 Rannikkovedet

Perämeren ulapalla rehevöitymisestä ei ole merkkejä. Etenkin Ruotsin puoleisella rannikolla pitkäaikaiset mittaussarjat puuttuvat, joten rehevöitymisastetta on vaikea arvioida. Maalta tuleva ravinnekuormitus voi aiheuttaa rannikkovesien rehevöitymistä, lähinnä kuitenkin alueilla, joiden vedenvaihto avomerien kanssa on rajoittunut rannikon pirstaleisuuden vuoksi. Rehevöitymiselle herkkiä ovat myös sellaiset matalikot, joille kasaantuu hajoavaa orgaanista ainesta, josta vapautuu epäorgaanisia ravinteita.

Suomen rannikkovedet ovat matalia ja saaristoja on paljon. Esimerkiksi Merenkurkun Suomen puoleisella rannikolla saaret estävät veden vaihtumista. Myös Pietarsaaren ja Kokkolan edustalla on laaja saaristovyöhyke. Koillisen Perämeren rannikko on suhteellisen avointa, mutta hyvin matalaa. Tämä yhdessä huomattavan kuormituksen kanssa altistaa aluetta rehevöitymiselle. Perämeren Suomen puoleisen rannikon keskiosissa on sen sijaan vain kapea saarivyöhyke (0-5 km) ja sen ulkopuolella suhteellisen syvää vettä (20-40 m), mikä edistää rannikko- ja ulappaveden sekoittumista ja vaihtumista.

Perämeren ruotsinpuoleinen rannikko Piitimestä etelään on avointa ja nopeasti syvenevää. Perämeren luoteisosissa ja Haaparannan saaristossa rannikko on hitaammin syvenevää ja pirstaleista. Saaria on kuitenkin melko harvassa, eivätkä ne muodosta samanlaista estettä veden vaihtumiselle kuin esimerkiksi Suomen puoleisessa Merenkurkussa. Yleensä ottaen Ruotsin rannikolla vesi vaihtuu tehokkaasti. Toisin kuin Suomen rannikolla, suuret joet tuovat runsaasti vähäravinteista vettä. Herkkyys rehevöitymiselle on näin ollen pienempi kuin Suomen puoleisella rannikolla.

Suomen rannikolla ravinnepitoisuudet ovat koholla Merenkurkun saaristossa (erityisesti Kyrönjoen suulla), Kokkola-Pietarsaari -alueella sekä koillisella Perämerellä Raahesta Tornioon (erityisesti Liminganlahdella). Näillä alueilla myös kasviplankton-tuotanto on kohonnut. Talviaikainen kokonaisfosforipitoisuus on rannan tuntumassa suurimmillaan yli 50 µg/l, epäorgaanisen fosforin pitoisuus runsas 30 µg/l. Talviaikainen kokonaistyyppipitoisuus voi olla yli 800 µg/l epäorgaanisen typen pitoisuuden ollessa runsas 600 µg/l¹. Rannan lähellä pintaveden ravinnepitoisuudet voivat olla vielä huomattavasti suurempia jääpeitteen ja vesimassan huonon sekoittumisen takia. Merenkurkussa rannikkoaluetta rehevöittävät laajat maatalousalueet ja taajamien kuormitus. Myös joet ovat hyvin ravinnepitoisia. Kokkolan - Pietarsaaren edustalla ravinnekuormitusta aiheuttaa pääasiassa teollisuus. Koillisen Perämeren alueella vain pieni osa maasta on maatalouskäytössä, ja massa- ja kemianteollisuuden osuus rehevöitymisessä on suuri. Myös taajamilla on vaikutusta. Metsätalous voi olla merkittävä ravinnelähde. Tietyissä osissa Perämerta korkean tyyppipitoisuuden (500 µg/l) vyöhyke laajeni länteen päin 1980 – 1990-lukujen vaihteessa. Koillisella Perämerellä sekä typpi että fosfori ovat kuitenkin vähentyneet 1980-luvun lopulta. Tämä on seurausta tehostuneesta jätevesien puhdistuksesta sekä pienentyneistä jokien virtaamista 1990-luvulla. Fosforilla laskeva suuntaus on selvä, ja se liittyy pistelähteiden fosforikuormituksen puolittumiseen. Vaasan edustalla fosforipitoisuus on vähentynyt huomattavasti 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa.

Ruotsissa Perämeren rantavyöhykkeen ympäristön tilasta on vain vähän tutkimuksia ja koostekirjallisuutta. HELCOM:in raportissa Itämeren tilasta 1994 - 1998 Perämeren alueen rannikkovyöhykkeen tilan kuvaus perustuu Örefjärdenin tietoihin. Örefjärden sijaitsee kuitenkin Merenkurkun eteläosissa, eikä siellä ole merkittäviä suuntauksia kasviplanktonin tai fysikaalis-kemiallisten parametrien kehityksessä 1990-luvulla. Luoteis-Perämeren alueella ympäristön seuranta tehdään esimerkiksi Rånefjärdenissä,

¹ Källa: Kauppila, P. & Bäck, S. (2001).

joka ei ole suurten taajamien tai teollisuuslaitosten vaikutusalueella, ja joka sen vuoksi soveltuisi hyvin vertailualueeksi. Tietoja on saatavilla kuitenkin vain vuodesta 1997 lähtien, eikä näytteitä ole kerätty talvisin. Rånefjärdenissä rannan läheinen kokonaisfosforipitoisuus on marraskuussa runsas 10 µg/l ja epäorgaanisen fosforin pitoisuus vastaavasti noin 5 µg/l. Kokonaistyyppipitoisuus on korkeimmillaan runsas 350 µg/l epäorgaanisen typen pitoisuuden ollessa noin 100 µg/l². Yleensä ottaen ravinnepitoisuudet ovat suurimmat mittausasemilla, jotka sijaitsevat lähimpänä rannikkoa. Poikkeuksena on epäorgaaninen typpi, jonka pitoisuus on suurin uloimmilla asemilla. Mittaukset viittaavat hieman kohonneisiin fosforipitoisuuksiin rannan tuntumassa, mutta pitoisuudet eivät ole mainittavasti suuremmat kuin avomerellä. Pitoisuudet kohoavat talvisin ravinteiden kerääntyessä vesimassaan, mitä nykyiset seurantaohjelmat eivät kovin hyvin saa todennetuksi.

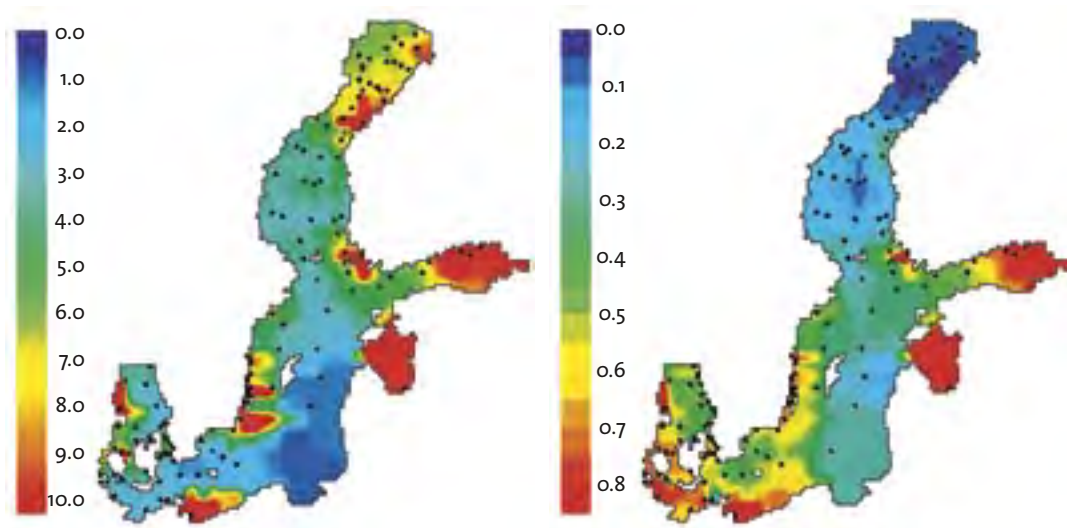
Ruotsin rannikon suurten teollisuuslaitosten edustoilla on käynnissä lukuisia pieniä velvoitetarkkailuohjelmia, mutta niiden perusteella on vaikeaa arvioida ravinnetilannetta laajemmin. Vaikutusalueilla on joka tapauksessa jonkin verran suuremmat fosforipitoisuudet kuin avomerellä. Kalixin edustalla vesi näyttää olevan ravinnepitoisempaa kuin Luulajan, Piitimen ja Uumajan edustalla, ja myös pitoisuuksien vuotuinen vaihtelu on siellä suurempaa. Tyyppipitoisuus on maaliskuussa Kalixin edustalla jopa 500 µg/l, kun Luulajan, Piitimen ja Uumajan edustalla se on enintään 300 µg/l. Fosforipitoisuus vaihtelee enemmän mittausasemien välillä, mutta on maaliskuussa yleensä 5-20 µg/l³. Jotta ravinnetilannetta Ruotsin rannikolla voitaisiin vertailla ja arvioida paremmin, tarvitaan kattavampi kansallinen ja/tai alueellinen rannikkovyöhykkeen seuranta ja velvoitetarkkailu.

Veden laadun mittaustulokset ilmentävät ravinnepitoisuuksien pienentymistä rannikolta ulommaksi merelle mentäessä. Rannikon tuntumassa pitoisuuksissa on myös enemmän vaihtelua vuoden mittaan kuin avomerellä. Talvisin Perämeren ulapan kokonaisfosforipitoisuus on noin 5 µg/l ja epäorgaanisen fosforin pitoisuus 2 µg/l. Kokonaistyyppipitoisuus on vastaavasti noin 300 µg/l ja epäorgaanisen typen pitoisuus noin 100 µg/l⁴. Rannikolla tehdyt mittaukset osoittavat, että Suomen puolella rehevöitymiselle herkäät alueet ovat ravinteikkaampia kuin Ruotsin puolella. Etenkin epäorgaanisen typen ja fosforin pitoisuudet ovat Suomen rannikkoalueilla suuremmat, mikä johtunee suuremmasta ihmisen aiheuttamasta kuormituksesta. On kuitenkin todettava, ettei epäorgaanisten ravinteiden pitoisuuksia mitata kaikissa Ruotsin rannikon velvoitetarkkailuohjelmissa. Vedenlaadun seuranta on myös alueellisesti hajanaisempaa Ruotsin puolella. Onkin mahdollista, etteivät nykyiset ohjelmat kykene osoittamaan alueita, joiden ravinteikkaus on koholla yhtä hyvin kuin Suomen puolella toteutettavat ohjelmat.

² Lähde: Alueellinen ympäristönseuranta, keskiarvot 1997-2000

³ Lähde: Velvoitetarkkailu, keskiarvot 1994-2000

⁴ Lähde: Kauppila & Bäck (2001) sekä Ruotsin kansallinen ympäristönseuranta.



Nitriitti/nitraatti- (vasemmalla) ja fosfaattifosforin (oikealla) pitoisuudet, $\mu\text{mol/l}$, Itämeren pintavedessä joulukuussa 2000. Piste = mittausasema. Pitoisuuden saadaan yksiköksi $\mu\text{g/l}$ kertomalla typen arvo luvulla 14,01 ja fosforin arvo luvulla 30,97. Huomaa, että harvan pisteverkoston alueella arviointi on epävarma (BED 2000 - 2002. <http://data.ecology.su.se/boing/> Systemaattisen ekologian laitos, Tukholman yliopisto). *Concentration of nitrite-nitrate and phosphate-phosphorus ($\mu\text{mol/l}$) in surface water in the Baltic Sea in December 2000. Dots represent monitoring stations. Observe areas with few stations = insecure judgement.*

1.3 Rehevöitymisen vaikutukset

1.3.1 Klorofyllipitoisuuden kasvu

Veden α -klorofyllipitoisuudella mitataan epäsuorasti kasviplanktonin biomassaa. Se on suhteessa ravinteiden saatavuuteen ja rehevöitymisasteeseen. Kesäisin kasviplanktonin määrä α -klorofyllinä mitattuna muodostaa tyypillisesti pitoisuusgradientin rannikolta avomerelle siten, että jokisissa ja taajamien edustoilla pitoisuudet ovat suurimmat. Perämeren kasviplanktonissa ei ole havaittu selviä ja yksiselitteisiä muutoksia viimeisten 10 - 20 vuoden aikana. Suomessa ”lievästi rehevöityneen veden” raja siirtyi ulommaksi rannikosta 1980- ja 1990-luvuilla kuormituksen vähentymisestä huolimatta. Syyksi on oletettu meren laajamittaista rehevöitymiskehitystä eikä niinkään paikallisia pistekuormituslähteitä.

Heinä-elokuussa otetut satelliittikuvat osoittavat, että klorofyllipitoisuudet ovat pienempiä Ruotsin puolella Perämeren. Suomen rannikon klorofyllipitoisuus on kuvien perusteella 5 - 10 $\mu\text{g/l}$, kun Ruotsin rannikolla pitoisuus on suunnilleen sama kuin avomerellä, 0 - 2 $\mu\text{g/l}$, joissakin tapauksissa noin 3 $\mu\text{g/l}$. Satelliittiaineistoja on kuitenkin tulkittava hyvin varovasti, koska vielä ei ole täysin varmaa, soveltuuko menetelmä sellaisiin vähäsuolaisiin ja humuspitoisiin vesiin kuin Perämeri. Mikäli menetelmää voidaan kehittää, ja tulokset ovat luotettavia, on satelliittikuvien käyttö erittäin käyttökelpoinen työkalu suurten leväkukintojen paikallistamiseksi tai alueellisten erojen havaitsemiseksi.

Satelliittitulkinnat vastaavat joka tapauksessa Suomen rannikolta mitattuja klorofyllipitoisuuksia. Ne viittaavat kohonneisiin pitoisuuksiin alueilla, joiden typpi- ja fosforipitoisuudet ovat korkeita. Tällaisia alueita on Merenkurkun alueella, Kokkola - Pietarsaari

–alueella sekä koillisella Perämerellä. Näiden alueiden klorofyllipitoisuus on kesäisin 5 - 10 µg/l. Merenkurkussa pitoisuudet voivat paikoitellen olla yli 10 µg/l, joissakin tapauksissa jopa yli 15 µg/l⁵. Satelliittikuvien tulkinta vaikuttaa soveltuvan jopa Ruotsin rannikolle, koska mittausten perusteella elokuun klorofyllipitoisuudet ovat siellä yleensä alle 3 µg/l, kuormitetuimmilla alueilla joskus 4 - 5 µg/l⁶.

Joidenkin taajamien edustalla kasviplanktonissa on todettu selviä muutoksia sen jälkeen, kun pistelähteistä tulevaa kuormitusta on vähennetty. Esimerkiksi 1960-luvulla ja 1970-luvun alussa Oulun edustalla oli loppukesäisin laaja-alaisia *Oscillatoria agardhii* –sinilevän kukintoja, jotka ilmenivät kalojen makuhaittoina. *Oscillatoria agardhii* ei kuulu tyyppiä ilmasta sitoviin leviin, vaan se hyötyy veden korkeista typpipitoisuuksista. Sekä typpi- että fosforipäästöjen vähentämisen myötä levän esiintymät vähentyivät merkittävästi 1970-luvun lopussa. Loppukesän kasviplanktonyhteisössä alkoivat sen sijaan vallita omavaraiset eli autotrofiset siimaeliöt.

1.3.2 Levien massaesiintymät

Sinilevien massaesiintymät eli kukinnat ovat yleistyneet Itämeressä 1980 - 1990-luvuilla, mikä on merkki meren laajamittaisesta rehevöitymisestä. Perämeressä sinilevien massaesiintymät ovat melko harvinaisia. Epäorgaanisen typen korkeat pitoisuudet yhdessä matalien fosfaattipitoisuuksien ja alhaisten lämpötilojen kanssa loppukesällä eivät suosi sinileviä. Koillisella Perämerellä sinilevien paikallisia massaesiintymiä on todettu 1990-luvulta lähtien rannikon läheisyydessä. Laaja esiintymä havaittiin avomerellä syyskuussa 2003. Skellefteån edustalla pystyttiin toteamaan, että kukinnan aiheuttajana oli joku potentiaalisesti myrkylliseen *Anabaena*-sukuun kuuluva sinilevä.

Levien massaesiintymät voivat ilmetä myös siten, että meren pohjasedimentti, kivet ja kiinteät kalapyödykset peittyvät limalla ja leväkasvustolla. Ainakin koillisen Perämeren alueelta tulee vuosittain ilmoituksia limoittuneista verkoista. Nopeasti kasvavat levämatot voivat levitä matalille pohjille, mikä on kasvava ongelma Itämeressä. Levät irtoavat helposti alustasta ja muodostavat ajelehtivia levämattoja, jotka hajoavat rannoille huuhtoutuessaan aiheuttaen vähintään hajuhaittoja. Levien hajotessa meressä pohjille voi muodostua hapettomia alueita. Ajelehtivat levämatot eivät nykyään ole Perämeressä mikään suuri ongelma. Avomerellä alusvesi on happipitoista hapen kyllästystasteen ollessa tavallisesti 80-95 %.

Eteläisellä Itämerellä rehevöitymistä ilmentämään käytetään rakkolevän *Fucus vesiculosus* kasvustoissa havaittavia muutoksia. Rakkolevävyöhykkeen alaraja nousee yleensä sitä mukaa kun sedimentaatio, perifytonlevien määrät ja runsastuneen planktonin aiheuttama varjostus vesimassassa voimistuvat. Rakkolevän esiintymisen pohjoisraja on Merenkurkussa, joten sitä ei voi käyttää Perämeressä rehevöitymisen ilmentäjänä.

1.4 Vedenlaadun luokitteluperusteet

Veden laadun arvioimiseksi merellisessä ympäristössä on otettu käyttöön erilaisia perusteita. Suomessa ja Ruotsissa veden laatuluokittelun lähtökohdat ovat erilaiset. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi edellyttää tulevaisuudessa kuitenkin yhtenäisempää luokittelua meriympäristön tilan arvioinnissa.

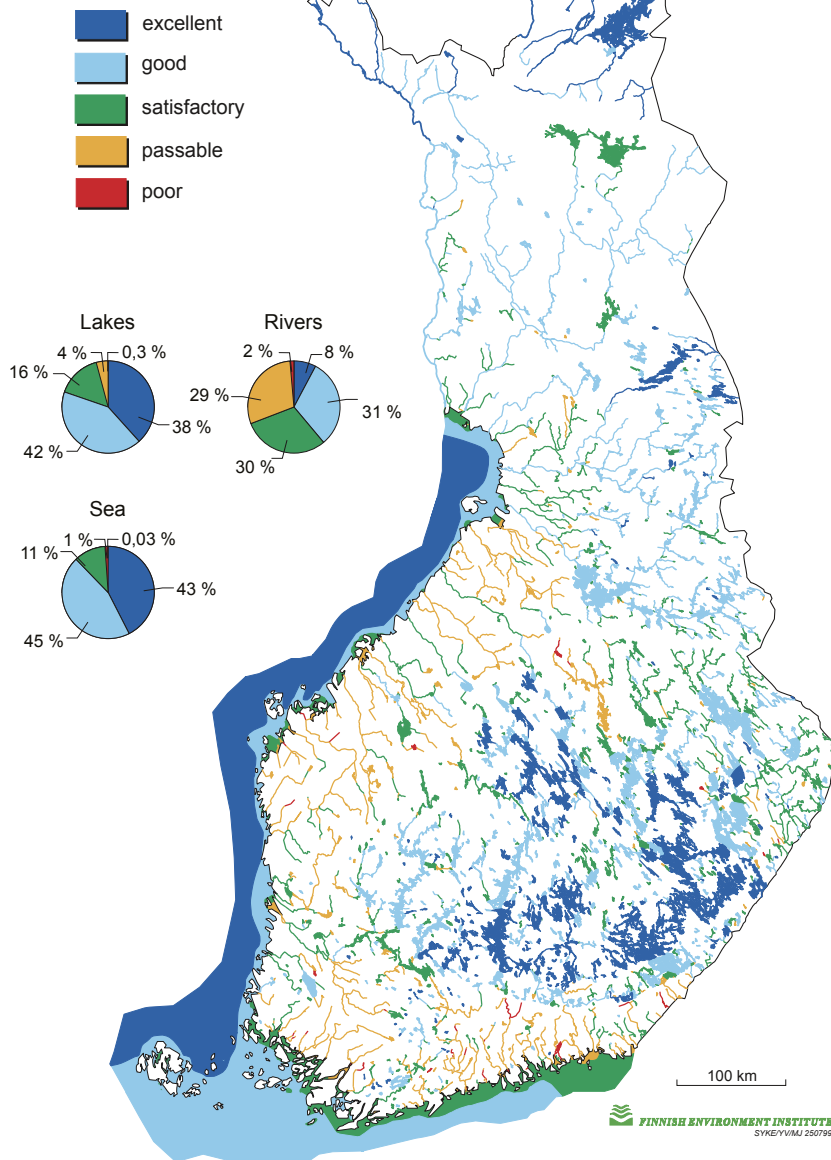
⁵ Lähde: Kauppila & Bäck (2001).

⁶ Lähde: Alueellinen ympäristönseuranta, velvoitetarkkailu.

1.4.1 Suomalaiset kriteerit

Suomessa vesi- ja ympäristöhallitus on julkaissut arviointiperusteet veden laatuluokitusta varten vuonna 1988. Luokittelu koskee sekä sisävesiä että rannikkovesiä, ja se perustuu veden laatuun ja käyttökelpoisuuteen ihmisen kannalta. Fysikaalis-kemiallisten parametrien arvojen perusteella vesialueet jaetaan viiteen luokkaan, erinomaisesta huonoon. Klorofyllin ja kokonaisfosforin luokkarajoja lukuun ottamatta samat arviointiperusteet pätevät sekä sisävesille että rannikkovesille. Lopullinen luokittelu perustuu yhdenmukaiseen veden laadun arviointiin siten, että myös muu alueellinen tieto otetaan huomioon (liite 8).

General classification of
WATER QUALITY 1994-1997



Suomen pintavesien käyttökelpoisuusluokittelu (vuodet 1994-1997, Suomen ympäristökeskus, <http://www.ymparisto.fi>)
Classification of water quality in Finland based on data from 1994-1997.

1.4.2 Ruotsalaiset kriteerit

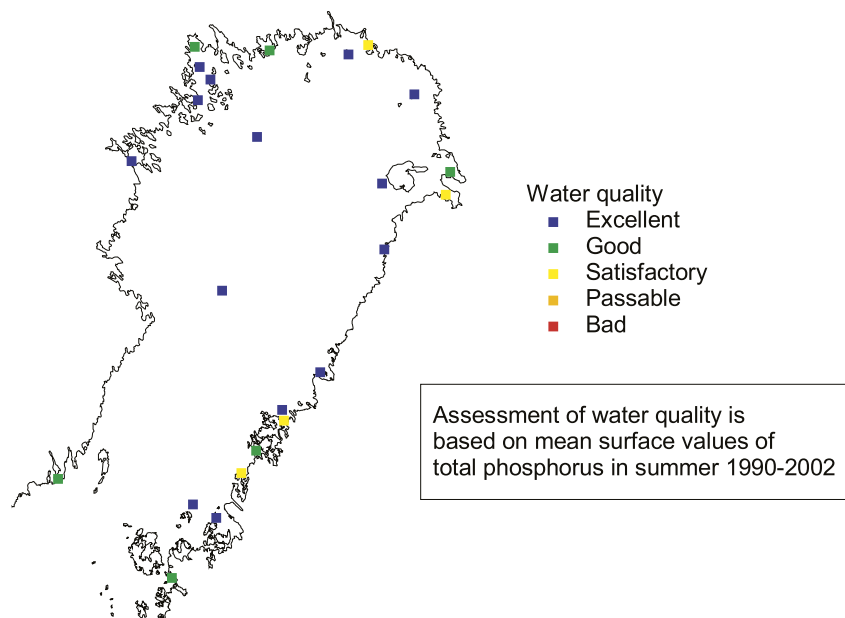
Ensimmäiset arviointiperusteet rannikko- ja merialueille laadittiin Naturvårdsverketin aloitteesta vuonna 1999. Perusteet ovat hieman kehittyneemmät kuin Suomen puolella. Fysikaalis-kemiallisten parametrien lisäksi mukana on pohjaeläimistö, suorkasvit (ei kuitenkaan Perämerellä), sedimentin ja eliöstön ympäristömyrkkypitoisuudet sekä fyysiset häiriöt. Tarkoitus on, että perusteita käytetään ympäristötiedon arvioinnissa ja tulkinnessa tieteellisenä, mutta silti yksinkertaisena työkaluna. Suomen tapaan Ruotsissa ei ole tehty kansallista veden laadun luokittelua eikä yhteenvedoa veden laadusta rannikolla ja sisävesissä. Lähtökohtana ei ole vesien käyttökelpoisuus kuten Suomessa, vaan luokittelu perustuu nykyisen tilan ja tausta-arvojen perusteella määrätyn ”luontaisen” tilan vertaamiseen. Arviointiperusteita voi näin ollen käyttää kaiken ympäristöseurantatiedon arvioinnissa tai esimerkiksi ympäristöhaittojen suuruuden kuvaamisessa.

Ruotsin arviointiperusteet koostuvat kolmesta taulukosta: tilastollinen tilanluokittelu, vertailuarvot sekä poikkeama vertailuarvoista (liite 8). Tilastollinen tilanluokittelu kertoo, onko mitattu pitoisuus suuri tai pieni verrattuna kaikkiin Ruotsissa mitattuihin vastaaviin arvoihin. Tämä yksin ei vielä anna hyvää käsitystä siitä, onko tarkastelualueen tila muuttunut, tai onko sen rehevöitymisaste suuri tai pieni ko. alueen luontaiseen tilaan verrattuna. Tietyn parametrin vertailuarvo antaa käsityksen luontaisesta tilanteesta ilman ihmistoiminnan vaikutusta. Käytännössä se sisältää arvoja alueilta, joilla ihmisen toiminta on vähäistä, joissakin tapauksissa historiallista mittaustietoa tai mallilaskentoihin perustuvia arvoja. Perämeren osalta historiallinen tieto on puutteellista, eivätkä tausta-arvot kata koko aluetta. Parhaan käsityksen ympäristön tilasta antaa poikkeama vertailuarvosta. Se saadaan jakamalla mitattu arvo vertailuarvolla. Tulokset arvioidaan viisiluokkaisella asteikolla, jossa luokka 1 kuvaa pientä poikkeamaa. Poikkeaman kasvaessa ympäristövaikutus kasvaa, ja luokka 5 osoittaa jo huomattavaa paikallisten kuormituslähteiden vaikutusta.

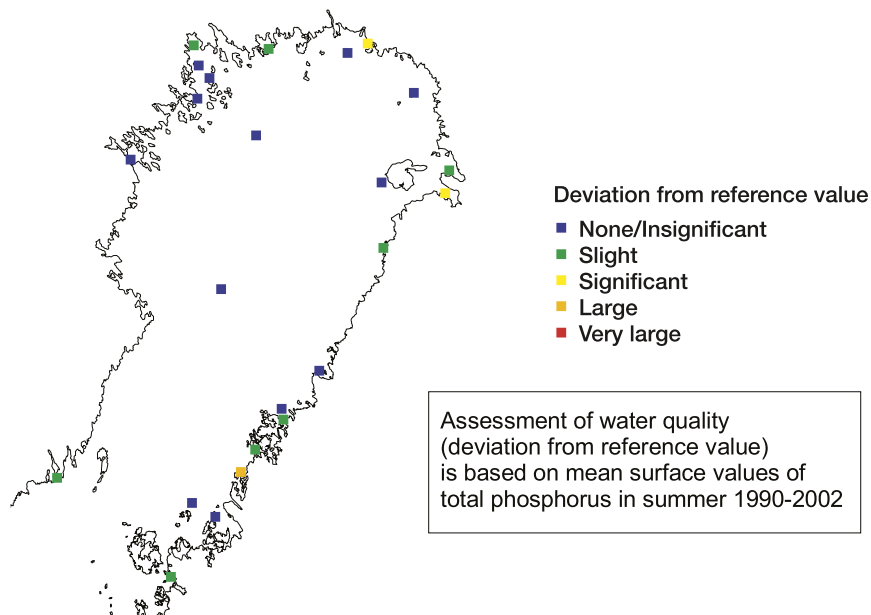
1.4.3 Perämeren vedenlaatu

Olemme tehneet alustavan veden laadun luokittelun joillekin Perämeren alueen rannikon ja avomerien seurantapisteille sekä suomalaisten että ruotsalaisten arviointiperusteiden avulla. Tarkastelussa käytettiin kesäkuukausina pintavedestä mitattuja kokonaisfosforipitoisuuksia alkaen vuodesta 1990, koska tälle muuttujalle oli kattavin aineisto. Ruotsin aineistolle käytettiin mittaustuloksen poikkeamaa vertailuarvosta. Tulokset ovat samansuuntaisia siitä huolimatta, että maiden välillä oli eroja arviointiperusteissa.

Water quality according to Finnish quality criteria



Water quality according to Swedish quality criteria



Veden laatu eräillä mittausasemilla perustuen pintaveden kokonaisfosforipitoisuuteen kesällä 1990 suomalaisten (yllä) ja ruotsalaisten (alla) kriteerien mukaan. Luokittelurajat liitteessä 8 (<http://www.ymparisto.fi/perameri>).

Classification of water quality at a selection of monitoring stations in the Bothnian Bay (tot-P in surface water in summer 1990-) according to Sw/Fi classification criteria. See attachment 8 for limit values.

1.5 Tiivistelmä

- Perämeren ulappa-alueella ei ole havaittavissa laajamittaista rehevöitymistä. Etenkin Suomen puolella on herkkiä alueita, joilla vesi vaihtuu heikosti, ja ravinnepitoisuudet ovat kohollaan. Näillä alueilla on todettavissa myös kasviplankton tuotannon voimistumista. Laajat levien massaesiintymät ovat Perämerellä harvinaisia, vaikka viime vuosina yksittäisiä leväkukintoja on todettu jopa avomerellä.
- Kasvat fosforipäästöt tai fosforin ja typen yhteispäästöt voisivat johtaa laajamittaiseen rehevöitymiseen Perämeressä. Jos Pohjanlahteen ja erityisesti Perämereen tuleva typpikuormitus yksin kasvaa, on laajamittaisen rehevöitymisen riski pienempi tällä alueella kuin varsinaisella Itämerellä.

2 Metallit ja ympäristömyrkyt

Ravinteiden lisäksi meriympäristöön kulkeutuu erilaisia eliöille haitallisia aineita. Näitä ovat esimerkiksi raskasmetallit ja orgaaniset ympäristömyrkyt. Raskasmetalleja on ympäristössä luontaisestikin, mutta monet ihmisen toimet ovat lisänneet niiden määriä, ja pitoisuudet ovat kohonneet. Metalleja voi kulkeutua laajoille alueille ilmakehässä, mutta ne leviävät myös vesiympäristössä. Suuri osa raskasmetalleista sitoutuu pohjasedimentteihin, josta niitä voi vapautua veteen ja päätyä eliöstöön. Tämän takia vaikutuksia saattaa ilmetä vielä pitkään sen jälkeen, kun päästöt ovat vähentyneet tai lakanneet. Metallin kemiallinen muoto on sen haitallisuuden kannalta usein ratkaisevampi kuin määrä. Liukoisessa muodossa olevat metallit voivat olla haitallisia jo pieninä pitoisuuksina, kun puolestaan suurimolekyyllisiin orgaanisiin aineisiin sitoutuneet metallit ovat usein vähemmän haitallisia. Toisaalta tietyt metallien orgaaniset muodot, esimerkiksi metyylielohopea, voivat olla hyvin myrkyllisiä.

Toisin kuin raskasmetallit, monet orgaanisista ympäristömyrkyistä ovat ihmisen tuottamia. Luonnollisissa prosesseissa muodostuvien yhdisteiden pitoisuudet ovat hyvin pieniä alueilla, joilla kuormitusta ei ole. Joitakin näistä yhdisteistä tuotetaan tarkoitukseksi, jotkut ovat esimerkiksi palamisen sivutuotteita. Ympäristöön jouduttuaan orgaaniset ympäristömyrkyt kulkeutuvat eri tavoilla, ja monet niistä voivat levitä ilmakehässä kauas päästölähteistä. Yksi esimerkki on hyönteisten torjunta-aineena käytetyn toksofeenin esiintyminen Pohjanlahden meritaimenessa huolimatta siitä, että tätä yhdistettä ei ole käytetty aikoihin Itämeren maissa. Mereen kulkeuduttuaan ympäristömyrkyt sitoutuvat tehokkaasti hienorakeisiin orgaanisiin aineisiin, jotka joko sedimentoituvat pohjaan tai joutuvat ravintoketjuun. Ympäristömyrkyjen pitoisuuksia mitataan seurantaohjelmissa yleensä sedimentistä tai eliöistä, sillä itse vedessä pitoisuudet ovat hyvin pieniä.

Meren pohjaan päätyneet ympäristömyrkyt kulkeutuvat vähitellen syville ja suojaisille kerääntymisalueille, joissa veden liikkeet eivät pääse sekoittamaan sedimenttiä. Osa ympäristömyrkyistä peittyy tuoreella sedimentillä ja/tai hajoaa vähitellen. Hajoaminen on hidasta, koska sedimentin sisässä ei ole hajoamiselle välttämätöntä happea. Osa yhdisteistä pääsee pitkän ajan kuluessa takaisin vesiympäristöön, esimerkiksi pohja-eläinten syödessä pohjasta partikkeleita. Pohjaeläimet voivat myös saada huokosveden mukana pohjasta alusveteen tulleita myrkyjä, jotka kulkeutuvat sitten kaloihin näiden syödessä pohjaeläimiä. Pohjaeläinten pohjaa muokkaava toiminta, bioturbaatio, saattaa myös vapauttaa ympäristömyrkyjä veteen.

Metallit ja orgaaniset ympäristömyrkyt saattavat aiheuttaa eliöstössä monenlaisia oireita. Yleisiä ovat lisääntymis- tai hermojärjestelmän häiriöt, jotka heikentävät populaatioita ja vaikuttavat koko ekosysteemiin. Ilmiöiden syy-seuraussuhteita voi olla vaikea todeta.

Imevätkö arktiset alueet ympäristömyrkyjä?

Erään teorian mukaan orgaaniset ympäristömyrkyt kulkeutuvat pitkiä matkoja ilmakehässä ja kerääntyvät kylmien alueiden ekosysteemeihin. Orgaanisia ympäristömyrkyjä haihtuu ilmaan etenkin lämpimässä ilmastossa, ja ne kulkeutuvat ilmapvirtausten mukana kauas lähtöalueilta. Kylmässä ilmastossa ne tiivistyvät ja laskeutuvat veteen tai maahan. Ajan myötä ympäristömyrkyt rikastuvat kylmien arktisten alueiden ekosysteemeihin, mikä todennäköisesti vaikuttaa myös Perämeren alueella. Useat tutkijat ovat yksimielisiä siitä, että tämä ilmiö on todellinen, mutta sen laajuutta ja merkitystä on vaikea arvioida.

Seuraava kuvaus haitallisten aineiden aiheuttamista ongelmista Perämeressä jakautuu kahteen osaan. Ensimmäinen osa (luvut 2.1 - 2.3) käsittelee sellaisia haitallisia aineita, jotka tunnetaan hyvin, ja joiden esiintymistä ainakin osittain jo seurataan. Toisen osan (luku 2.4) lähtökohtana ovat sellaiset eläimissä ja kasveissa todetut oireet ja ilmiöt, joilla epäillään olevan yhteyksiä haitallisten aineiden esiintymisen kanssa. Lähtökohtana on siis joko syy tai seuraus, koska tieto haitallisten aineiden aiheuttamista ongelmista on useimmiten kuvattu näillä tavoilla. Kuvaus käsittelee Perämerta yleensä eivätkä kaikki paikalliset tilanteet käy ilmi. Koska haitallisia aineita seurataan vain muutamilla paikoilla, voidaan johtopäätöksetkin tehdä vain yleisellä tasolla.

2.1 Metallipitoisuudet ja niiden ajalliset muutokset

2.1.1 Pitoisuudet eliöissä

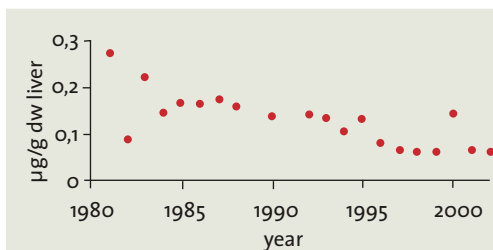
Metalleja kulkeutuu mereen pistemäisistä lähteistä ja jokivesien mukana, runsaasti etenkin sulfidimailta. Metalleja voi kulkeutua Perämeren alueelle myös kauempaa ilmalaskeumana. Meressä on suuria määriä sinne jo aikaisemmin kerääntyneitä metalleja, minkä vuoksi voi olla vaikeaa arvioida sitä, kuinka suuri osa eliöstössä nykyään mitattavista pitoisuuksista johtuu nykykuormituksesta ja kuinka suuri osa liittyy vanhoihin päästöihin.

Monia raskasmetalleja mitataan säännöllisesti kansallisten ympäristönseurantaohjelmien puitteissa. Eliöistä eniten on tutkittu silakkaa. Kun tarkastellaan Itämeren kaikkia osa-alueita, voidaan todeta, että Perämeressä silakan kadmiumpitoisuudet ovat jonkin verran pienemmät kuin Selkämeressä. Myöskään Itämeren useimmissa osissa tarkastelujaksolla 1981 - 2000 todettua kadmiumpitoisuuksien kasvua ei Perämeren silakalla ole havaittavissa. Syitä kadmiumpitoisuuksien kasvuun muilla alueilla ei tunneta. Silakan kupari- ja sinkkipitoisuudet vaihtelevat samalla ajanjaksolla. Kuparin pitoisuudet olivat suurimmillaan jakson keskivaiheilla eikä niissä ole selvää suuntausta. Sinkkipitoisuuksien vaihtelu on melko suurta, mutta silti kasvava suuntaus on näkyvissä. Silakan lyijypitoisuudet ovat pienentyneet niin Perämeressä kuin muissa Itämeren osa-alueissa. Myös ahvenen lyijypitoisuudet ovat pienentyneet. Metalleista lyijy on vähentynyt huomattavasti, millä voi perustellusti olettaa olevan yhteyttä lyijytömän bensiinin käyttöönoton kanssa. Lyijyn väheneminen on suurin muutos, mitä metalleista on havaittavissa.

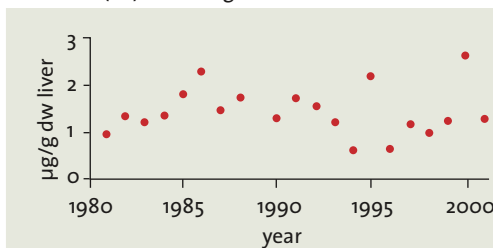
Useimpiin Itämeren osa-alueisiin verrattuna Perämeren silakan elohopeapitoisuudet ovat korkeammat. Poikkeuksena on vain yksi Selkämeren näyteasema. Elohopeapitoisuudet eivät ole muuttuneet mihinkään suuntaan tarkastelujakson aikana. Rannikon tuntumassa elävän hauen elohopeapitoisuudet ovat sen sijaan pienentyneet Suomen puoleisella Perämerellä 1970-luvun korkeasta tasosta ja vakiintuneet nykytasolle 1990-

luvulla. 1970-luvulla pitoisuudet ylittivät ruokakalalle sallittavan pitoisuuden ylärajan, 1 mg elohopeaa kalakiloa (tuorepaino) kohti. Nykypitoisuudet jäivät useimmiten tämän rajan alapuolelle. Vastaava kehitys näkyy Ruotsin puoleisella Perämerellä, jossa hauen elohopeapitoisuudet ovat enimmäkseen 0,3 - 0,4 mg/kg. Ainoastaan Skellefteån lahdessa pitoisuudet ovat suuremmat, mutta silti raja-arvon 1 mg/kg alapuolella. Nikkelille ja kromille ei ole olemassa yhtä pitkiä aikasarjoja. Vuosien 1995 - 2000 tulokset osoittavat silakan ja ahvenen kromipitoisuuden laskevaa suuntausta.

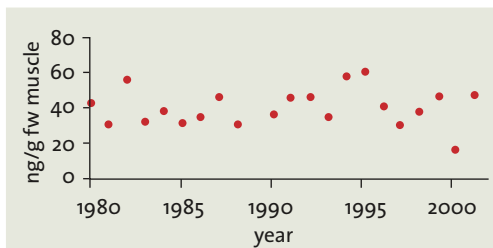
Lead (Pb) in herring



Cadmium (Cd) in herring



Mercury (Hg) in herring



Joillakin alueilla metalleja mitataan kalojen lisäksi myös pohjaeläimistä. Rönnskärsverkenin vaikutusalueella mitataan matalien rannikkovyöhykkeiden kotiloiden metallipitoisuuksia. Jaksolla 1989 - 1999 useiden metallien pitoisuudet pienenevät etäällä purkupaikasta sijaitsevilla mitta-asemilla. Useiden metallien pitoisuudet olivat kuitenkin kasvaneet tehtaan lähistöllä vuonna 1999 tehdyissä mittauksissa. Syyksi epäillään vuonna 1998 tehtyjä ruoppauksia. Kaiken kaikkiaan kotiloiden pitoisuudet eivät näytä vähentyvän samaa tahtia kuormituksen pienentymisen kanssa. Todennäköisesti tämä johtuu siitä, että kierrossa on paljon aikaisemmista päästöistä peräisin olevia metalleja. Kokkolan edustalla kilkistä mitatut elohopea-, kadmium- ja kupari-pitoisuudet ovat vähentyneet 1970-luvulta 1990-luvun alkuun. Arseenin ja sinkin pitoisuudet eivät sen sijaan ole vähentyneet samalla ajanjaksolla.

Silakan lyijy- (Pb), kadmium- (Cd) ja elohopeapitoisuudet (Hg) luoteisen Perämeren Harufjärdenissä 1980-2000. Lyijy ja kadmium µg/g maksan kuivapainoa kohti, elohopea ng/g lihaksen tuorepainoa kohti (kansalliset seurantatulokset).

Lead, cadmium and mercury in herring from Harufjärden, NW Bothnian Bay, 1980-2000.

2.1.2 Pitoisuudet sedimentissä

Perämeren pohjasedimentin raskasmetallipitoisuudet poikkeavat Itämeren eteläosien sedimentin pitoisuuksista. Arseenin ja elohopean pitoisuudet sedimentin pintakerroksissa ovat huomattavasti korkeammat kuin muualla Itämeren alueella, ja vastaavasti lyijypitoisuus on melko korkea. Selkämereen verrattuna useiden metallien pitoisuudet ovat Perämeressä huomattavan korkeita. Skellefteån alueen metallisulatolla on aiemmin ollut varsin suuri kuormitus, mikä on johtanut kohonneisiin arseenin pitoisuuksiin laajalla alueella. Osasyynä on arsenikin luontainen huuhtoutuminen kallio-perästä ja Litorinameren aikaisista entisistä pohjasedimenteistä, joka on melko voimakasta Perämeren alueella. Arseenin lisäksi elohopean, lyijyn ja kuparin pitoisuudet ovat selvästi koholla Skellefteån sulaton lähialueen sedimenteissä. Perämeressä tavattava elohopea on todennäköisesti suurelta osin peräisin metalli- ja massateollisuuden päästöistä ajalta, jolloin ympäristövaikutuksiin ei kiinnitetty tarpeeksi huomiota. Elohopeaa on levinnyt runsaasti myös ilmakehän kautta ja sitoutunut Perämeren ympäröiviin maa-alueisiin. Ojitusten ja patoamisen yhteydessä sitä voi huuhtoutua vesistöihin ja edel-

leen mereen. Kemijoen Lokan ja Porttipahdan tekoaltaat olivat rakentamisvaiheessa ja sen jälkeisinä vuosina varsin huomattava elohopean lähde. Tällä hetkellä suurimmat mitatut elohopeapitoisuudet ovat Tornio – Kemi-alueella. Myös Oulun ja Kokkolan edustalla on korkeita elohopeapitoisuuksia. Ruotsin puolella suurimmat pitoisuudet on mitattu suurten jokien suistoissa, joihin myös teollisuus on keskittynyt. Muista metalleista kromipitoisuudet ovat koholla Tornion terästehtaan alueella ja sinkkipitoisuudet ovat korkeita Kokkolan edustalla.

Sedimentin raskasmetallit

Sedimentin raskasmetallien mittaamiseen soveltuvat hyvin sellaiset syvät pohjat, joissa aallot tai virtaukset eivät häiritse kerrostumista. Häiriintymättömissä sedimenteissä tuorein kerros on vanhimpien kerrosten päällä ja kerrosten ikä on määritettävissä. Korkeimmat pitoisuudet voidaan todeta kerroksessa, joka ulottuu pinnasta 5 - 10 cm syvyyteen. Tämä paljastaa ihmisen aiheuttaman raskasmetallien kuormituksen, joka ylittää huomattavasti luontaiset taustapitoisuudet. Pintasedimentin aivan ylimmässä kerroksessa on löydetty hieman pienempiä pitoisuuksia, jolla voi olla yhteys kuormituksen vähentymiseen 1900-luvun loppupuoliskolla. Joillakin rannikkoalueilla suurimmat elohopeapitoisuudet ovat löytyneet nimenomaan sedimentin ylimmästä kerroksesta. Näillä tapauksilla voi olla yhteyttä ruoppauksiin, joiden takia elohopeaa on siirtynyt syvemmistä kerroksista pinnalle. Havainnot viittaavat siihen, että jo kauan sitten sedimenttiin sitoutuneita ympäristölle haitallisia aineita voi joutua ruoppauksen takia uudelleen kierto.

Vaikka Perämeren sedimentin raskasmetallipitoisuudet ovat korkeita, viittaa koko joukko tutkimuksia siihen, että teollisuuden kuormituksen vähentyminen näkyy tuoreimman sedimentin pienempinä metallipitoisuuksina. Sedimentissä olevien metallien pitoisuuksia tulkittaessa on kuitenkin muistettava, että aina ei ole selvää yhteyttä mitattujen pitoisuuksien ja ihmistoimien välillä. Metalleja voi kulkeutua eri tavoilla päästölähteistä muille alueille. Käynnissä on hidas useiden metallien kulkeutuminen Perämeren syvimpien osien kasautumispohjille. Osa metalleista kulkeutuu etelämäksi Itämeren allasta kohti. Kadmium kulkeutuu muihin metalleihin verrattuna suhteellisen helposti varsinkin hapekkaissa oloissa, joten se leviää laajoille alueille. Toisaalta tiettyjen metallien, kuten arseenin, vapautuminen pohjalta kasvaa happipitoisuuden pienentyessä. Perämeri tunnetaan kauttaaltaan hyvästä happitilanteesta, ja sen takia arseeni sitoutuu tehokkaasti pohjaan. Myös orgaanisten yhdisteiden määrä vaikuttaa siihen, miten paljon metalleja pohjalle sitoutuu. Perämeressä orgaanisia aineita on yleensä ottaen enemmän kuin Selkämeressä, mikä saattaa osaltaan selittää Perämeren korkeampia pohjan metallipitoisuuksia. Myös pohjaeläinten määrällä on vaikutusta. Selkämeressä on suuremmat yksilötiheydet, minkä takia pohjasta voi vapautua enemmän metalleja. Tällöin sedimentin metallipitoisuudet pienentyvät.

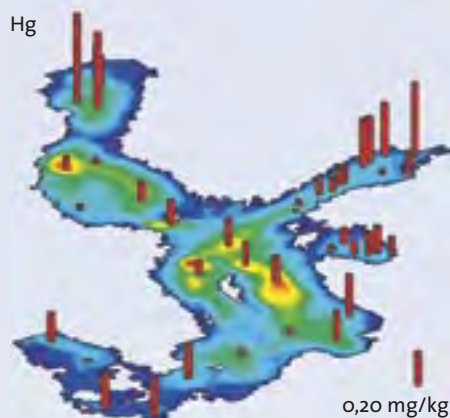
Elohopea

■ Elohopeapitoisuudet ovat aikaisemmin ylittäneet ruokakalalle sallittavan enimmäispitoisuusrajan monien alueiden kaloissa. Elohopeaa esiintyy luontaisesti pieninä pitoisuuksina, mutta sen pitoisuudet ovat ihmistoimien myötä kasvaneet. Luonnossa pieneliöt muuttavat epäorgaanista elohopeaa hyvin myrkylliseksi metyylielohopeaksi, joka on keskushermostoon vaikuttava yhdiste. Metyylielohopea voi rikastua ravintoketjuissa, jolloin kaloihin kertyneet korkeat pitoisuudet ovat haitta myös ihmiselle.

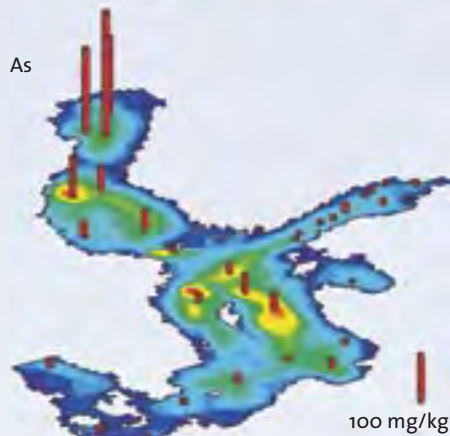
■ Elohopeaa kulkeutuu Perämereen monilla tavoilla: ilmakehän kautta, jokien mukana ja rannikon pistemäisistä lähteistä. Teollisuuspäästöt ovat vähentyneet voimakkaasti, mutta aikaisemmin ne ovat olleet huomattavat. Esimerkiksi fenylielohopeaa käytettiin massateollisuudessa yleisesti. Elohopean saastuttamat kuituriutat ovat tältä ajalta peräisin olevia paikallisia lähteitä. Merta ympäröivän metsämaan hyödyntäminen vaikuttaa elohopean kulkeutumiseen vesistöihin. Maaperässä on elohopeaa sekä luontaisesti että ihmistoimien ansiosta. Maaperän elohopea on suurelta osin sitoutuneena humukseen, minkä vuoksi toimet, jotka lisäävät humuksen huuhtoutumista, lisäävät myös elohopean kulkeutumista ja joutumista vesieliöihin. Ojitukset ja raskaiden metsätyökoneiden käyttö ovat esimerkkejä humusta ja elohopeaa vapauttavasta toiminnasta. Näiden kuormituslähteiden merkitystä Perämeren alueella ei vielä tunneta tarpeeksi hyvin.

■ Kalojen elohopeapitoisuudet ovat kasvaneet suurissa tekojärvissä, kun metsä- ja suomaata on joutunut veden alle. Tunnettuja esimerkkejä ovat Kemijoen latvavesien suuret tekoaltaat. Elohopea on tällöin peräisin kasvien osista ja muusta orgaanisesta aineksesta, joka hitaasti maatuu altaiden pohjille. Tutkimusten mukaan tämän tyyppinen elohopeapitoisuuksien kasvu hidastuu ajan myötä ja voi saavuttaa taustatason 15 - 20 vuodessa. Patoaminen aiheuttaa näin ollen alapuolisiin vesistöihin ja mereen kulkeutuvan elohopeapulssin.

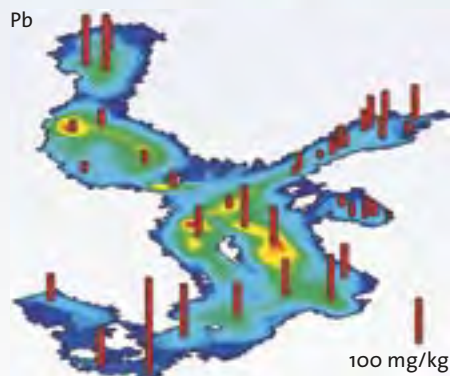
Hg



As



Pb



Elohopean (Hg), arseenin (As) ja lyijyn (Pb) pitoisuus Itämeren pintasedimentissä (mg/kg), aineisto pääasiassa vuodelta 1993 (HELCOM 2002: Baltic Sea Environment Proceedings 82 B).
Mercury (Hg), arsenic (As) and lead (Pb) in surface sediment in the Baltic Sea (mg/kg), data mainly from 1993.

2.2 Orgaanisten ympäristömyrkköjen pitoisuudet ja ajalliset muutokset

2.2.1 DDT, PCB, HCH ja HCB

Useiden tunnettujen ympäristömyrkköjen pitoisuudet ovat pienentyneet Itämeressä

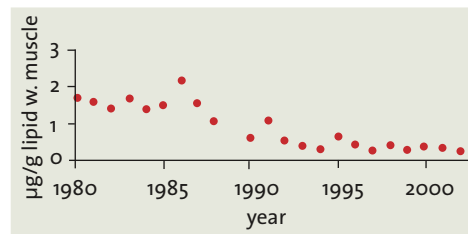
1970-luvun korkeista arvoista. Esimerkkinä voi mainita kalojen mitatut DDT- ja PCB-pitoisuudet, joiden pienentyminen näyttää tapahtuneen samanaikaisesti ja suunnilleen yhtä nopeasti laajoilla alueilla. Syynä on luultavasti ollut ilmakehän kautta tulevan kuormituksen vähentyminen. Näiden yhdisteiden käyttökiellot ja rajoitukset, joita alettiin toteuttaa 1970-luvulla, ovat siis olleet menestyksellisiä. Hyvästä kehityksestä huolimatta PCB:n vähentyminen näyttää pysähtyneen monilla alueilla viimeisten 10 - 15 vuoden aikana. Tämä näkyy esimerkiksi silakan ja hauen PCB-pitoisuuksissa Perämeren Suomen puoleisella rannikolla. Myös kaksi muuta ympäristömyrkköjen ryhmää, HCH ja HCB, ovat vähentyneet silakassa viimeisten 20 vuoden aikana, ja vähentyminen jatkuu edelleen. Kaiken kaikkiaan useat haitalliset aineet ovat vähentyneet Perämeressä ja Itämeressä 30 vuoden aikana.

Perämeren silakassa on nykyään vähemmän DDT:tä ja suunnilleen yhtä paljon tai hieman vähemmän PCB:tä kuin Itämeren eteläisimpien alueiden silakassa. Näitä ympäristömyrkköjä on mitattu aika harvakseltaan sellaisten alueiden sedimenteistä, joihin ei kohdistu paikallista kuormitusta. Eräiden mittaustietojen perusteella Perämeressä on huomattavasti enemmän PCB:tä kuin Selkämeressä, mutta toisaalta sitä on kuitenkin vähemmän kuin niillä Itämeren keskisillä ja eteläisillä alueilla, joilla suurimmat pitoisuudet on mitattu.

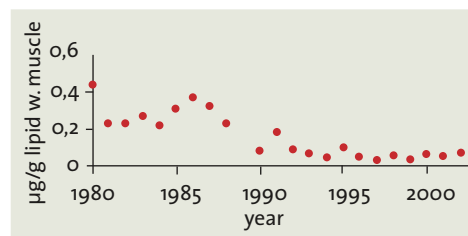
2.2.2 Dioksiinit

Dioksiinit on monien yhdisteiden muodostama ryhmä, joka näyttää toistuvasti olevan ajankohdittainen. Dioksiineista on havaintoja 1970-luvulta, jolloin kiislan munissa todettiin hyvin korkeita pitoisuuksia. Mittausten perusteella dioksiinipitoisuudet ovat laskeneet rajusti 1980-luvun puoliväliin. Sen jälkeen lasku on pysähtynyt. Perämeressä silakan dioksiinipitoisuudet ovat samalla tasolla kuin Itämeren altaassa. Pohjoisen Perämeren silakassa pitoisuudet eivät Ruotsin puolella osoita selviä muutoksia 1990-luvulla, ja vastaavia havaintoja on tehty myös Suomen puolella. Silakka ja lohi ovat rasvaisia kaloja, joiden dioksiinipitoisuudet ovat

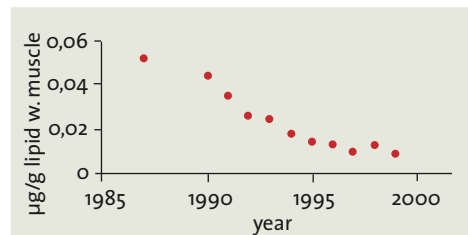
PCB in herring (measured as sPCB)



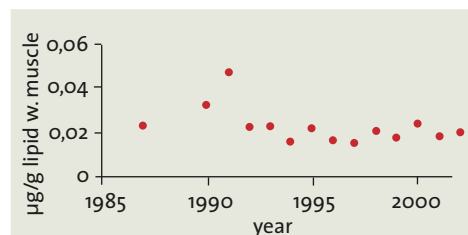
DDT in herring (measured as sPCB)



HCH-α in herring



HCB in herring



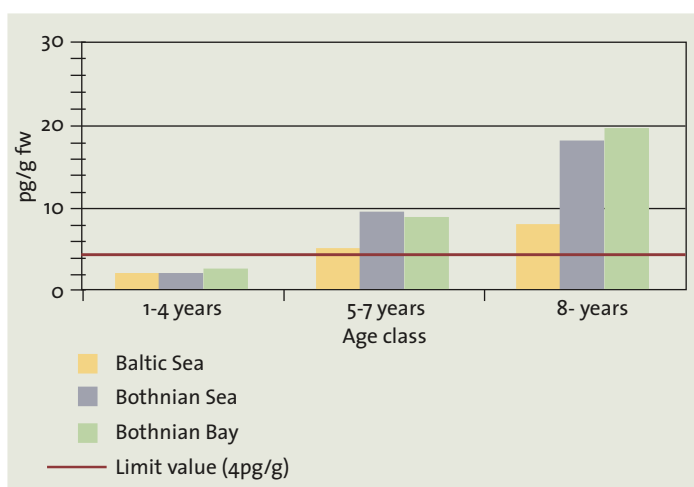
DDT:n, PCB:n, HCH:n ja HCB:n pitoisuudet silakassa (µg/g rasvakudos) luoteisen Perämeren Harufjärdenissä, 1985 - 2002 (kansalliset seurantatuloset).

Trends in the concentrations of DDT, PCB, HCH and HCB in herring from Harufjärden, NW Bothnian Bay.

yleensä ottaen huolestuttavalla tasolla. Niillä on suuri riski ylittää EU:n yleiseen myyntiin päästettävälle kalalle määrittämä raja-arvo, 4 pg TEQ/g kalan tuorepainoa. Kalojen dioksiinipitoisuudet kasvavat iän myötä, ja pitoisuudet ovat suuria nimenomaan kookkaissa silakoissa ja lohissa. Suomella ja Ruotsilla on poikkeuslupa myydä dioksiinin raja-arvon ylittäviä kaloja ruokakalaksi kansallisilla markkinoilla vuoteen 2006 asti. Lupa edellyttää, että maat pystyvät osoittamaan syöntisuositusten toimivan tyydyttävästi. Raja-arvoa tullaan tarkistamaan vuonna 2006, jolloin ehkä myös dioksiinien kaltaiset PCB:t tullaan sisällyttämään harkintaan. Tämä tarkoittanee sitä, että raja-arvot tulevat nykyistä vieläkin tiukemmiksi.

Perämeren norpasta on tehty runsaasti dioksiinimittauksia (PCDD/PCDF). Pitoisuudet olivat vuonna 1997 useita kymmeniä kertoja suuremmat kuin Huippuvuorten norpassa, eivätkä ne tiettävästi ole laskeneet 1980-luvun jälkeen.

Dioxins in herring (measured as PCDD/DF-TEQ)



Eri ikäluokkiin (*age class*) kuuluvien silakoiden dioksiinipitoisuudet (pg/tuorepaino) Itämeressä (*Baltic Sea*), Selkämeressä (*Bothnian Sea*) ja Perämeressä (*Bothnian Bay*). Pitoisuudet perustuvat Itämeren maiden tietoihin 2000-2003. Raja-arvolla (*limit value*) tarkoitetaan EU:n ruokakaloille asettamaa arvoa (muokattu "Baseline Report 2004 on Integrated Monitoring of dioxins & PCBs in the Baltic Region" pohjalta) *Dioxins in herring of different age classes, values are based on the most recent data from the Baltic Sea states 2000-2003.*

Mitä ovat orgaaniset ympäristömyrkyt?

■ Orgaaniset ympäristömyrkyt, kuten DDT ja PCB, ovat vaikeasti hajoavia ja siksi ne pysyvät luonnossa pitkään. Monet orgaaniset ympäristömyrkyt voivat rikastua ravintoketjuissa. Tämä tarkoittaa sitä, että ravintoketjussa korkeammalla olevien eläinten, kuten hylkeiden ja merikotkan, ympäristömyrkkypitoisuudet ovat suuremmat kuin niiden saaliseläinten. Rikastuminen on selvintä linnuilla ja nisäkkäillä, mutta näkyy myös kaloissa. Ympäristömyrkyt ovat rasvaliukoisia ja kertyvät eläinten rasvakudoksiin. Erot eri kalalajien myrkkypitoisuuksissa riippuvat suurelta osin rasvapitoisuuden eroista. Rasvaisten kalojen kuten silakan PCB- ja DDT-pitoisuudet ovat sen vuoksi suuremmat kuin esimerkiksi vähärasvaisilla hauella ja ahvenella.

■ Eläinten elimistö voi jossain määrin hajottaa ympäristömyrkyjä ja erittää hajoamistuotteita. Tiettyjen yhdisteiden hajoamistuotteet ovat kuitenkin hyvin myrkyllisiä ja vaikeasti eritettäviä. Ravintotilan-teen heikentyessä tai eläimen paastotessa ympäristömyrkkujen vaikutus voimistuu, koska rasvavarastot vähenevät ja myrkyt väkevöityvät. Orgaanisten ympäristömyrkkujen haitallisuus ilmeni 1960- ja 1970-luvuilla, kun hylkeet ja merikotkat kärsivät monenlaisista oireista. Niiden terveydentila on huomattavasti parantunut joidenkin myrkyllisten aineiden käyttökieltojen ja rajoitusten myötä.

Orgaaniset ympäristömyrkyt

- DDT (dikloori-difenyylitrikloorietaani) on hyönteisten torjunta-aine, joka on aikaisemmin ollut hyvin laajassa käytössä. Yhdiste on kielletty Itämeren maissa, mutta sitä käytetään edelleen trooppisilla alueilla. DDT:n hajoamisessa syntyy hajoamistuotteita ja DDT:n tyyppisiä aineita (DDE ja DDD), joista useat ovat myös myrkyllisiä.
- PCB (polyklooratut bifenyylit) ovat aineita, joita on käytetty laajalti eristeissä sekä muoveissa ja saumamassoissa. PCB esiintyy eri muotoina, joiden rakenne ja klooriatomien määrä vaihtelee. Osa yhdisteistä on dioksiinien kaltaisia. Lukuisat kiellot ja rajoitukset säätelevät PCB:n käyttöä ja kauppaa.
- HCH (heksakloorisykloheksaani) esiintyy useina erilaisina muotoina, joilla on samanlainen koostumus. Näistä myrkyllisin on γ -HCH (lindaani), jota on valmistettu hyönteisten torjuntaan. Lindaanin valmistuksessa syntyy kaikkia HCH:n muotoja, joista useat ovat pitkäikäisiä ja voivat kerääntyä eliöihin. HCH:ta käytetään jatkuvasti, vaikka aineella on ominaisuuksia, joiden perusteella se ei selvästikään sovi luontoon levitettäväksi. Eniten yhdistettä käytetään muilla mantereilla, mutta myös Itä- ja Etelä-Euroopassa. Nykyään käyttö on vähenemässä maailmanlaajuisesti, mikä Itämeren eri osissa näkyy laskevana pitoisuuksina.
- HCB:tä (heksaklooribentseeniä) on käytetty peittäusaineena. Nykyään yhdiste on kielletty Itämeren maissa. Sitä muodostuu kuitenkin jatkuvasti eri teollisuusprosessien, esimerkiksi metallurgisen teollisuuden, sivutuotteena.
- Dioksiinit on yleisnimi polyklooratuille dibentso-p-dioksiineille (PCDD) ja sille läheistä sukua oleville polyklooratuille dibentsofuraaneille (PCDF). Klooriatomien määrästä ja sijainnista riippuen voidaan tunnistaa useita muotoja, joilla on sama perusrakenne. Eri muotojen myrkyllisyys on erilainen. Dioksiinien pitoisuus ilmaistaan yleensä nk. TEQ- tai TCDD-ekvivalenteina, joiden laskemisessa käytettyjen muuntokertoimien avulla eri pitoisuuksien ja näytteiden myrkyllisyyttä voidaan verrata. Dioksiinit kertyvät rasvapitoisiin kudoksiin. Useat muodot ovat vaikeasti hajoavia ja rikastuvat ravintoketjuissa. Ihmiseen dioksiinit kulkeutuvat pääasiassa ravinnon kautta, ja rasvaiset kalat ovat huomattavin dioksiinien lähde. Dioksiineja syntyy ei-toivottuina sivutuotteina tiettyjen klooriyhdisteiden kuten kloorifenolien, kloorattujen difenyylieettereiden ja bifenyyliden valmistuksessa. Niitä muodostuu myös eri yhdisteitä poltettaessa, jopa metsäpaloissa. Ilmaan kulkeutumisen estämiseksi on toteutettu monenlaisia toimenpiteitä. Edelleen on epävarmaa kuinka paljon dioksiineja ylipäättään kulkeutuu ilman mukana. Myös aikaisemmin saastuneet teollisuusalueet ovat mahdollinen dioksiinien lähde. Suuria määriä dioksiineja on vanhojen kloorialkalitehtaiden, massa- ja paperitehtaiden sekä sahojen maaperässä, joista aineita saattaa levitä muualle ympäristöön.

2.2.3 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) on suuri ryhmä yhdisteitä, joista monet ovat ympäristölle haitallisia. Ne eivät ole eliöissä yhtä pysyviä kuin klassiset ympäristömyrkyt, ja niiden esiintymistä on vaikeampi seurata pitoisuuksia mittaamalla. Tämän takia monista ympäristönseurantaohjelmista eliöistä tehtävät mittaukset puuttuvat, ja PAH:n vaikutusten arvioiminen jää puutteelliseksi. Sedimentissä nämä yhdisteet voivat sen sijaan säilyä pitkään. Perämerestä on joitakin mittauksia, joiden perusteella pitoisuudet ovat melko korkeita, korkeampia kuin Selkämeressä. Pelkästään kokonaispitoisuuksien perusteella riskejä on vaikea arvioida, koska polysyklisiin aromaattisiin hiilivetyihin kuuluu sekä hyvin myrkyllisiä että vähemmän myrkyllisiä yhdisteitä. Harufjärdenin silakassa todettiin vuonna 2001 tehdyssä kartoitustutkimuksessa useita PAH-yhdisteitä, muun muassa naftaleenia, asenafteenia, fluoreenia ja fenantreenia. Kalat ovat siis selvästi altistuneet näille aineille. Koska PAH:n pitoisuuksia eliöissä on hankala seurata, ovat ne jääneet hieman ”klassisten ympäristömyrkköjen” kuten DDT:n, PCB:n ja dioksiinien varjoon. Osa tutkijoista on sitä mieltä, että PAH on vakavin Itämeren ympäristöongelmista, mutta toistaiseksi tietoa tämän ryhmän yhdisteistä on vähän.

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)

- Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen (PAH) ryhmässä on monia haitallisia yhdisteitä, esimerkiksi bentso(a)pyreeni, joka voi aiheuttaa syöpää ja geneettisiä häiriöitä. PAH-ryhmän yhdisteet ovat yleensä rasvaliukoisia, ja osa niistä rikastuu eliöihin. Toisin kuin klassiset ympäristömyrkyt, monet PAH-yhdisteistä hajoavat eliöissä nopeasti muuttuen usein tuntemattomiksi yhdisteiksi, joita on vaikea jäljittää. Simpukoilla on hidas aineenvaihdunta, joten hajoaminen niissä on hidasta. Perämeressä simpukoita on kuitenkin vähän, joten niiden indikaattorina käyttö on hankalaa. Monilla PAH-ryhmän yhdisteillä tai niiden hajoamistuotteilla on hyvin haitallisia vaikutuksia eliöiden immuunijärjestelmään, lisääntymiseen, aineenvaihduntaan ja perintötekijöihin.
- PAH-yhdisteitä muodostuu orgaanisen aineksen epätäydellisessä palamisessa. Tunnettuja lähteitä ovat puhdistamattomat dieselpakokaasut, koksaamot ja tietyt sulatot, joissa käytetään grafiittielektrodeja. Yhdisteitä syntyy myös puulämmityksessä ja metsäpaloissa. Lisäksi niitä on raakaöljyssä ja kreesootissa, jota on aiemmin käytetty yleisesti puunsuoja-aineena.
- Veneiden kaksitahtimoottorit ovat todennäköisesti aliarvioitu PAH-yhdisteiden lähde. Huonon hyötysuhteen takia usein 20 - 30 % polttoaineesta joutuu palamatta veteen. Tavallisesta bensiinistä veteen kulkeutuu huomattavia määriä PAH-yhdisteitä. Laboratoriokokeissa on altistettu kalanpoikasia ulkolaitamoottoreista tuleville yhdisteille. Huomattavan suuret myrkyvaikutukset johtivat muun muassa suureen kuolevuuteen ja kehityksen häiriintymiseen. Alkylaattibensiini on vaihtoehtoinen polttoaine, jonka käyttö saattaa vähentää PAH-yhdisteiden päästöjä huomattavasti.

2.2.4 Bromatut palonestoaineet

Bromatut palonestoaineet on ryhmä yhdisteitä, joita käytetään muovi-, kumi- ja tekstiili- sekä elektroniikkatuotteissa. Näiden yhdisteiden esiintyminen sisätilojen ilmassa voi olla merkki siitä, että aineita haihtuu ilmaan tietokoneista ja muista sähkölaitteista sekä muoveista. Vaikka suorat päästöt mereen ovat vähäisiä, on bromattuja palonestoaineita meriympäristössä suhteellisen korkeina pitoisuuksina. Niiden leviäminen on samankaltainen kuin DDT:llä ja PCB:llä. Bromattuja palonestoaineita on todettu ilmassa ja arktisten alueiden eliöissä. Tämä viittaa siihen, että ne voivat kulkeutua ilmakehässä pitkiä matkoja. Itämeressä olevista bromatuista palonestoaineista osa saattaa olla peräisin elektroniikassa ja tekstiileissä käytetyistä ensimmäisen sukupolven palonestoaineista, jotka ovat tuotteiden loppuun käytön jälkeen joutuneet ympäristöön.

Bromatut palonestoaineet

Bromattujen palonestoaineiden kemiallinen rakenne on PCB:n kaltainen, mutta eroaa muun muassa siinä, että klooriatomien tilalla on bromiatomeja. Ympäristössä tavattavat ja eliöihin kulkeutuvat palonestoaineet kuuluvat lähinnä seuraaviin yhdisteisiin:

Polybromatut difenyylietterit (PBDE) ja bromatut difenyylietterit (BDE). Näistä penta- ja oktabromattujen difenyyliettereiden käyttö kielletään EU:ssa elokuusta 2004 alkaen ja dekabromattujen difenyyliettereiden käytöstä tehdään ratkaisu.

Tetrabromidibisfenoli-a (TBBPA), jonka riskinarviointi on käynnissä EU:ssa.

Hexabromisyklododekaani (HBCD), jonka pitoisuudet kasvavat Itämeren eliöstössä. Riskinarviointi on käynnissä EU:ssa.

Polybromatut difenyylietterit (PBDE) luetaan ympäristömyrkkyihin, koska ne ovat vaikeasti hajoavia ja rasvaliukoisia sekä kerääntyvät eliöstöön. Ainakin osa PBDE-yhdisteistä rikastuu ravintoketjun huippua kohti. Kemiallisesti muuntuneita PBDE-yhdisteitä on todettu loheissa ja hylkeissä, eikä näiden yhdisteiden alkuperää tunneta. Polybromatut difenyylietterit voivat vaikuttaa rasvan entsyymituotantoon sekä hormonitasapainoon. Lisäksi niillä voi olla myrkyllisiä vaikutuksia immuunijärjestelmään ja hermostoon. Tietoa TBBPA:sta ja HBCD:sta on niin vähän, että niiden aiheuttamaa riskiä on vaikea arvioida.

Itämeren altaan alueella kiislan munien joidenkin polybromattujen difenyylieettereiden (PBDE) pitoisuudet kasvoivat vuodesta 1969 alkaen 1980-luvun lopulle, mutta alkoivat laskea 1990-luvun alusta vuoteen 2000 saakka. Pitoisuuksien lasku voi olla yhteydessä joidenkin yhdisteiden käytön vähentymiseen. Heksabromisyklododekaanin (HBCD) pitoisuudet kiislan munissa sen sijaan kasvoivat noin 3 % vuodessa koko tarkastelujakson ajan.

Tähän mennessä Perämeressä on tehty vain muutamia bromattujen palonestoainesten mittauksia. Vuoden 2001 kartoitustutkimuksessa Perämeren Harufjärdenin silakan PBDE- ja HBCD-pitoisuudet olivat suuremmat kuin vastaavat pitoisuudet Ruotsin länsirannikolla. Toisaalta ne alittivat eteläisellä Itämerellä mitatut pitoisuudet. Harufjärdenin aineistoa verrattiin myös samalla alueella vuonna 1987 tehtyihin mittauksiin. Pitoisuuksien todettiin pienentyneen vastaten Itämeren altaan alueen kiislan munien pitoisuuskehitystä. Itämeren altaassa todettua HBCD-pitoisuuksien kasvua ei ole todettu Perämerellä.

2.2.5 Organotinayhdisteet

Organotinayhdisteitä käytetään laivojen pohjamaaleissa estämään levien ja joidenkin eläinten kiinnittymistä laivojen runkoihin. EU-maissa organotinayhdisteet ovat nykyisin kiellettyjä aluksissa, joiden pituus on alle 25 metriä. Suuremmille aluksille on toistaiseksi annettu poikkeuslupa. Laivoista vapautuu suuria määriä yhdisteitä meriveiteen vuorokausittain, mikä on riski merieliöille. Organotinayhdisteistä haitallisimmiksi tiedetään butyyli- ja fenyyliorganotinayhdisteet, ennen kaikkea tributyyliina (TBT). Organotinayhdisteet ovat myrkyllisiä useille kasveille ja eläimille jopa aivan pieninä pitoisuuksina. Ne vaikuttavat hormonijärjestelmään, minkä simpukoilla on osoitettu johtavan sukupuolijakauman muutoksiin. Tämän tyyppiset muutokset voivat uhata kokonaisia populaatioita, koska lisääntyminen häiriintyy. Butyyli- ja fenyyliorganotinayhdisteet saattavat säilyä sedimentissä vuosikausia, mutta vedessä niiden puoliintumisaika on huomattavasti lyhyempi. Useimmat organotinayhdisteet leviävät huonosti eivätkä kulkeudu ilmakehässä yhtä kauas kuin monet muut ympäristömyrkyt. Suurimmat pitoisuudet onkin mitattu sedimenteistä satamien lähellä sekä laivaväylillä. Perämeressä on tehty vain vähän mittauksia. Ruotsissa tehdyssä kartoitustutkimuksessa silakassa ja Uumajan edustan rannikkovedessä todettiin useita erilaisia organotinayhdisteitä. Ruotsissa vuonna 2003 tehdyn laajan sedimenttikartoituksen yhteydessä kerätyt näytteet tulevat antamaan lisätietoa myös näistä yhdisteistä.

2.2.6 Muut yhdisteet

Nyky-yhteiskunnassa mitä moninaisimpiin tuotteisiin käytettävien yhdisteiden määrä on kasvanut valtavasti. Jotkut yhdisteet ovat potentiaalisia ympäristöriskejä, joiden esiintymisestä tarvitaan tietoa. Osa aineista on muun muassa vesipolitiikan puitesäädöksiin myötä nimetty erityisesti seurattaviksi prioriteettiaineiksi. Useita kartoitustutkimuksia on tehty viime aikoina niin Suomessa kuin Ruotsissa. Valitettavasti keskitettyä tietoa Perämeressä tehdystä tutkimuksesta on ollut vaikea löytää, joten tässä esitetään vain joitakin esimerkkejä. Jatkossa olisi suotavaa saada tulokset myös alueellisten ympäristöviranomaisten käyttöön.

Ruotsissa tehtiin vuonna 2001 tutkimus eri yhdisteiden pitoisuuksista rannikkoalueen kaloissa. PVC-muoveissa käytettyjen ja vesieliöille myrkyllisten ftalaattien pitoisuudet alittivat useimmiten määritysrajan. Poikkeuksena oli Norrbottenin Harufjärdenin silakka, jossa oli useimmiten mitattavia määriä dibutyyliftalaattia.

Triklosaani (2-(2,4-dikloorifenoksyyli)-5-kloorifenoli) on hammastahnoissa ja deodo-

ranteissa sekä muun muassa urheiluvaatteissa, muovipakkauksissa ja kengänpohjissa käytetty bakteereita tuhoava aine. Tätä ainetta on todettu jätevedenpuhdistamoiden vaikutusalueilla, esimerkiksi Luulajan puhdistamon edustalla. Yhdisteistä löytyi jälkiä niinkin etäällä kuin Merenkurkun Holmön lähistöllä, mikä osoittaa laajempaa kuin vain paikallista leviämistä.

Jätevesien mukana vesistöihin kulkeutuu suuria määriä kotitalouksista ja sairaaloista peräisin olevia antibiootteja. Antibioottien kulkeutuminen luontoon voi pahimmillaan johtaa antibiooteille vastustuskykyisten bakteerikantojen kehittymiseen. Tästä aiheesta ei ole paljon tietoa, ja riskejä on hyvin vaikea arvioida. Yksinomaan Ruotsissa käytetään vuosittain 100 tonnia antibiootteja. Suuri osa antibiooteista kulkeutuu ihmiselimistön läpi muuttumattomana ja päätyy puhdistamoihin. Sielläkin osa kulkeutuu puhdistusjärjestelmien läpi vastaanottavaan vesistöön. Uumajan sairaalasta ja Uumajan kunnallisesta jätevedenpuhdistamosta tulevassa vedessä on todettu useita erilaisia antibiootteja. Taselaskelmat osoittivat, etteivät ympäristöön joutuvien aineiden määrät olleet lainkaan merkityksellisiä. Onkin kohtuullista olettaa, että tilanne on samanlainen useissa vastaavissa laitoksissa.

2.3 Vaikutukset merieliöstöön

Orgaanisten ympäristömyrkköjen ja raskasmetallien pitoisuudet ovat itse asiassa vain apuväline, kun arvioidaan merialueen ympäristön tilaa. Kiinnostavinta on se, millaisia vaikutuksia eri yhdisteiden pitoisuuksilla on eri eliöihin. Tätä näkökohtaa korostetaan myös vesipolitiikan puitteiden suhteen. Itämeren alueella on aikaisemmin ollut huomattavia ympäristömyrkköjen päästöjä ja hylkeet, linnut ja kalat ovat oireilleet monin tavoin. Oireet ovat ilmentyneet koko Itämeressä, mutta niitä on todettu myös enemmän tai vähemmän paikallisesti. Itämeri on vähitellen toipumassa monessakin suhteessa useiden haitallisimpien aineiden käyttökieltojen ja rajoitusten myötä, mutta myös uusia haittoja on todettu.

Tässä luvussa tarkastellaan joitakin Perämeren eliöissä todettuja vaikutuksia. Ne yhdistetään mahdollisiin tai todennäköisiin yhdisteisiin tai aineryhmiin siinä määrin kuin tämä on mahdollista. Mukana on myös muutama sellainen ilmiö, jonka yhteyttä haitallisiin aineisiin ei tunneta, tai jota ei ole ainakaan toistaiseksi todettu juuri Perämerellä.

2.3.1 Pistekuormituksen biologiset vaikutukset

Teollisuuslaitosten ja kunnallisten jätevedenpuhdistamojen edustalla voidaan todeta monenlaisia eliövaikutuksia. Kunnallisten puhdistamojen osalta ne liittyvät pääasiassa happea kuluttaviin aineisiin ja ravinteisiin, joita on helppo seurata mittauksilla. Vastavasti metalliteollisuuden osalta ne liittyvät metalleihin, joita myös mitataan säännöllisesti. Näiden aineiden pitoisuuksista ja ajallisesta kehityksestä on kerrottu aiemmin tässä raportissa. Massa- ja paperitehtaista pääsee vesistöön hyvin monenlaisia yhdisteitä. Eliöstössä todetut biologiset vaikutukset on vain harvoin pystytty liittämään tiettyihin yhdisteisiin, joten metsäteollisuuden vaikutuksia kuvaillaan tässä hieman muita pistekuormituslähteitä yksityiskohtaisemmin. On kuitenkin todettava, että massateollisuuden ympäristövaikutukset ovat vähentyneet huomattavasti sekä Suomessa että Ruotsissa 1990-luvun aikana.

Luuston, kidusten ja evien epämuodostumat sekä lisääntymishäiriöt olivat aikaisemmin yleisiä useiden vaikutusalueiden kaloilla. Tutkimusten perusteella myös maksan toiminnassa ja immuunijärjestelmässä oli häiriöitä. Yksiselitteisesti ei pystytty osoittamaan niitä yhdisteitä, jotka aiheuttivat muutoksia. Joka tapauksessa oireita oli

sellaisten laitosten lähialueilla, joiden valkaisuprosesseissa käytettiin klooria. 1990-luvun alusta lähtien kloori on pyritty korvaamaan muilla aineilla, esimerkiksi klooridioksidilla ja hapella tai täysin kloorittomissa valkaisuaitoksissa vetyperoksidilla ja otsonilla. Lähi-alueiden ympäristön tila on kehittynyt parempaan suuntaan, ja eliöstössä havaittujen oireiden laajuus on vähentynyt huomattavasti. Jos vain tämä otetaan huomioon, aiheuttajana näyttävät olleen yhdisteet, joita muodostui kloorikaasuvalkaisun yhteydessä. Yhtä aikaa uusien valkaisu menetelmien käyttöönoton kanssa prosesseja ja puhdistusmenetelmiä paranneltiin kuitenkin myös muilla tavoin. Tämä on osaltaan voinut johtaa vaikutusalueiden tilan elpymiseen. Ei siis tiedetä, kuinka paljon itse valkaisu prosessissa toteutetut muutokset ovat tilanteeseen vaikuttaneet.

Joillakin metsäteollisuuden vaikutusalueilla kloorattujen orgaanisten aineiden pitoisuuksia sedimenteissä on mitattu tarpeeksi pitkään, jotta ajallista vaihtelua ja prosesseissa tapahtuneiden muutosten vaikutuksia voidaan arvioida. Esimerkiksi Pietarsaaren edustalla 1990-luvun alkua vastaavissa sedimentin pintakerroksissa on mitattu pienempiä EOX:n (uuttuva orgaaninen halogeeni) ja tiettyjen kloorifenolien pitoisuuksia kuin vanhemmissa sedimenteissä. Tämän voi tulkita liittyvän kloorivalkaisun lopettamiseen. Muissa tutkimuksissa on havaittu, että vaikeimmin hajoavien ja haitallisimpien polykloorattujen yhdisteiden kuormitus on yleensä ottaen vähentynyt murtoosaan aiemmasta.

Kemin edustan ahvenissa on viime aikoina mitattu hyvin pieniä (1-6 ng /g) 3,4,5-TCG-pitoisuuksia (3,4,5-triklooriguajakoli). Tätä yhdistettä pidetään ominaisena nimenomaan kloorivalkaisusta tuleville jätevesille, jonka biologisena ”sormenjälkenä” sitä on käytetty. Norrsundetin perinteistä kloorivalkaisua käyttävän laitoksen edustalla 3,4,5-TCG:n pitoisuudet olivat 1980-luvulla lähes 50 000 ng/g. Nykyään metsäteollisuuden ”sormenjälkenä” käytetään kalojen hartsihappo- tai sterolipitoisuuksia. Näitä aineita on luonnostaan puuraaka-aineessa, ja joillakin niistä saattaa olla hormonaalisia vaikutuksia kaloihin.

Billerud Karlsborgin edustan ahvenissa pohjoisella Perämerellä todettiin 1990-luvulla kohtalaisia fysiologisia muutoksia. Ne ilmenivät valkosolujen vähäisenä määränä ja antioksidanttijärjestelmän häiriöinä. Lisäksi sukukypsyyden saavuttaminen hidastui. Myös hartsipitoisuudet olivat koholla, mutta sitä vastoin EROD-aktiviteetti* oli samaa tasoa kuin vertailualueilla. Mittaukset tehtiin sen jälkeen, kun klooriton valkaisu oli aloitettu. Tästä huolimatta kloorifenoliarvot olivat ahvenessa koholla, mikä saattoi ainakin osaksi johtua aiemmista päästöistä. Kalakannoissa todettiin vain kohtalaisia muutoksia tiheydessä ja lajikoostumuksessa.

Yllä esitetyt esimerkit joiltakin massateollisuuden vaikutusalueilta kuvaavat yleistä suuntausta. Tilanne on huomattavasti parantunut 1990-luvulta lähtien, mutta osa eliovaikutuksista on vielä olemassa, tosin aikaisempaa lievempänä. Tässä yhteydessä on mainittava, että erään eteläisen puunjalostustehtaan vaikutusalueen kaloista on löytynyt kohonneita EROD-pitoisuuksia kloorittomasta valkaisuusta huolimatta. Myös Piitimen massatehtaiden lähellä on useilla valkokatkoilla todettu vielä vuonna 1996 alkion epämuodostumia, mikä viittaa haitallisten aineiden kuormitukseen.

*EROD -aktiviteetti kuvaa tiettyjen entsyymien toimintaa siten, että korkea lukema viittaa haitallisten aineiden vaikutuksiin kalassa (EROD = etoksiresorufiini-de-etylaasi).

2.3.2 Hormonaaliset häiriöt

Vaikka massateollisuuden vaikutusalueiden tila on parantunut selvästi, on kaloilla edelleen lisääntymishäiriöitä. Yhä enemmän havaintoja on tehty hormonitoimintaa häiritsevistä aineista, myös kunnallisten jätevedenpuhdistamojen edustalla. Oireisiin ovat kuuluneet sukukypsyyden viivästyminen, heikentynyt fekunditeetti eli mätimuiden tuotanto sekä muuttunut sukupuolten lukumääräsuhde. Samanaikaisesti kaloissa on todettu yhdisteitä, jotka ilmentävät muuttunutta hormonitasapainoa. Useimmat havainnot ja tutkimukset hormonitoimintaa häiritsevistä aineista on tehty muualla, mutta vastaavanlaisia vaikutuksia on todettu myös Itämeressä. Muun muassa erään paperitehtaan purkualueen kivinilkalla on todettu sukupuolten lukumääräsuhteen vinoutumista koirasvoittoiseksi.

Havainnot Pohjois-Amerikasta osoittavat hormonaalisten häiriöiden jatkuneen senkin jälkeen, kun jätevesien jatkokäsittelyä tehostettiin ja klooriton valkaisu otettiin käyttöön. Vaikutuksia on todettu jopa aivan uusien massatehtaiden lähistöllä, jotka alittavat dioksiineille, happea kuluttaville aineille ja ravinteille määrätty raja-arvot. Toisaalta taas eräissä tutkimuksissa joidenkin uusien laitosten vaikutusalueiden kaloissa hormonaalisia muutoksia ei todettu lainkaan. Vaihtelu tehtaiden ja vaikutusalueiden välillä näyttää olevan suuri ja lopputuloksiin vaikuttavat ilmeisesti muutkin tekijät, esimerkiksi kalojen vaelluskäyttäytyminen.

Vieläkään ei ole varmuutta siitä, mitkä ovat juuri ne yhdisteet, jotka aiheuttavat hormonaalisia häiriöitä. Monet seikat viittaavat siihen, että osa yhdisteistä on peräisin raaka-aineena käytetyn puun luontaisista aineista. Lignaanien, hartsihappojen ja eräiden alkoholien (sterolit/triterpeeni) aineryhmissä on ainesosia, joilla voi olla vaikutusta kalojen hormonijärjestelmään. Osa aineista aktivoituu vasta, kun bakteerit ovat muuttaneet niitä. Näyttääkin siltä, että osa aktivoituneista aineista muodostuu itse asiassa jätevesien sekundaarisessa puhdistuksessa. On myös epäselvää, mitkä ovat ne yhdisteet, jotka saavat aikaan eliövaikutuksia jätevedenpuhdistamoiden edustalla. Oletettavasti niihin kuuluvat ainakin luonnolliset ja synteettiset estrogeenit sekä teolliset kemikaalit, joilla on estrogeeninkaltaisia vaikutuksia. Hormonitoimintoja haittaavista aineista tiedetään varsin vähän, joten nykytilanteessa näiden aineiden vaikutuksia ekosysteemiin on vaikea arvioida.

2.3.3 Hylkeiden terveydentila

Ympäristömyrkyt ovat aikaisemmin vaikuttaneet rajusti hylkeisiin. Etenkin PCB:llä ja DDT:llä on ollut osuutta hyljekantojen romahtamiseen. Näillä yhdisteillä on monenlaisia vaikutuksia. Itämeren harmaahylkeillä ja norpilla esiintynyt monimuotoinen oireyhtymä on liitetty lähinnä PCB:hen. Oireisiin on naarailla kuulunut kohdun umpeenkasvua ja kasvaimia. Molemmilla sukupuolilla on todettu kynsien haavaumia ja irtoamista, kallon- ja leukojen luiden vaurioita, suolihaavaumia sekä munuaisten ja lisämunuaisten vaurioita. Naaraiden lisääntymiselinten vauriot ovat johtaneet steriliteettiin ja alhaiseen syntyvyyteen. Esimerkiksi Simon edustalta pyydystetyistä norppanaaraista 42 %:lla oli kohdun umpeenkasvua 1970-luvulla.

Haitallisimpien ympäristömyrkkujen käyttökiellot ovat saaneet aikaan hyljekantojen asteittaisen tervehtymisen. Näkyvimpiä merkkejä ovat harmaahylkeiden kantavuusprosentin selvä nousu 9 %:sta (1977 - 1986) 60 %:iin (1987 - 1996) sekä hylkeiden lukumäärän kasvu. Tuoreet arviot osoittavat, että Pohjanlahden harmaahylkeet ovat lisääntyneet lähes 8 % vuosivauhtia 1990-luvulta lähtien. Vuonna 2003 Perämerellä ja Merenkurkussa laskettiin 710 harmaahyljettä, Selkämerellä (Saaristomeri ei mukana) vastaavasti 855. Lisäksi harmaahylkeiden oireet ovat vähentyneet. Osa oireista vähenee

kuitenkin hitaasti ja tietyt oireet, kuten suolihaavaumat, ovat jopa lisääntyneet. Syitä ei tunneta, eikä uusien, tuntemattomien kemiallisten yhdisteiden merkitystä voida sulkea pois. Syy-riippuvuussuhteiden selvittäminen olisikin erittäin tärkeää.

Myös norppakannassa on selviä elpymisen merkkejä. Perämeressä kanta on kasvanut 5 % vuodessa jaksolla 1988 - 1998. Vuonna 1998 laskettiin noin 3000 norppaa. Lasketujen hylkeiden arvioidaan käsittävän vain 50 - 80 % yksilöistä, koska norpat ovat levinneet laajoille alueille. Norppien todellinen määrä on näin ollen huomattavasti suurempi. Kantavien norppien osuus Pohjanlahdella oli 1970-luvulla 15 - 30 %. Tästä osuus on noussut 65 %:iin vuosina 1988 - 1995. Kannan elpymisestä huolimatta monet norppanaaraat ovat siis edelleenkin steriilejä. Myös PCB- ja DDT-pitoisuudet ovat norpalla korkeammat kuin harmaahylkeellä, ja jopa korkeammat kuin lajikumppaneillaan napaseuduilla. Norpan edelleen korkeat steriliteettiluvut viittaavat PCB- ja DDT-ongelmien pitkäkestoisuuteen, mutta muidenkaan yhdisteiden osuutta ei voida sulkea pois.

2.3.4 Mateen lisääntymishäiriöt

Joillakin pohjoisen Perämeren rannikkoalueilla suuri osa mateista on steriilejä. Havainnot on tehty 1980-luvun loppupuolelta lähtien. Syyksi on epäilty muun muassa ympäristömyrkyjä, mutta tätä ei ole toistaiseksi kyetty vahvistamaan. Vaihtoehtoisen teorian mukaan made tarvitsee kutujen väliin lepovuosia, jotta rasvavarastot täydentyisivät. Tämä teoria ei näytä sopivan yhteen havaintojen kanssa. Lisää tutkimuksia tarvitaan syy-yhteyden selvittämiseksi.

2.3.5 M74 -oireyhtymä

Lohen M74-oireyhtymä, joka havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 1974, on useiden tekijöiden summa. Vuosina 1992 - 1996 yli puolet lohenpoikasista kuoli oireyhtymän seurauksena. M74:n esiintymisfrekvenssi väheni vuonna 1998, mutta alkoi sen jälkeen nousta aivan viime vuosiin asti. Oireyhtymän syitä ei tarkasti tunneta, mutta se liittyy tiamiinin (B₁-vitamiini) puutteeseen. Tiamiinin puute puolestaan liittyy lohen muutuneeseen ravintoon tai kasvaneeseen vitamiinien tarpeeseen. Tämä voi johtua ravintokoostumuksen tai vieraiden aineiden aiheuttamista aineenvaihdunnan muutoksista. Viljelylohet voidaan rokottaa, mutta luonnonlohille se ei onnistu. Ympäristömyrkyjen osuutta M74-oireyhtymään ei ole voitu todistaa, vaikkakin Simojoella tehty tutkimus viittaa yhteyteen tiettyjen PCDF:n (polyklooratut dibentsofuraanit) ja PCB:n muotojen kanssa. Aiheesta on käynnissä tutkimuksia, jotka antavat lisätietoa.

2.3.6 Kalojen kunto

Kalojen kuntoa mitataan painon ja pituuden suhteeseen perustuvalla kuntokertoimella. Silakan kuntokerroin on pienentynyt noin 0,4 % vuodessa eräällä pohjoisen Perämeren alueella 1970-luvun lopusta vuoteen 2000. Vastaavanlainen kuntokertoimen pienentyminen on todettu myös Itämeren muiden osien silakalla sekä Merenkurkun Holmön ahvenella. Syytä kuntokertoimen pienentymiseen ei toistaiseksi tunneta.

2.3.7 Sedimentin toksisuustestit

Selkämeren ulappa-alueelta, kaukana kuormituslähteistä kerätyllä pohjasedimentillä tehdyt toksisuus- eli myrkyllisyystestit ovat osoittaneet huomattavaa myrkyvaikutusta eliöihin laboratorio-olosuhteissa. Myrkyllisin oli fraktio, jossa oli PAH-aineita ja niiden kaltaisia yhdisteitä. Vain pieni osa yhdisteistä kyettiin tunnistamaan. Riskien arviointia monimutkaistaa se, että testit tehtiin sedimenttiuutteille, ja se ettei tiedetä mitkä yhdisteistä kulkeutuvat eliöihin. Tulokset antavat kuitenkin tuntuman siitä, että on olemassa

paljon haitallisia aineita, jotka jäävät mittaamatta nykyisessä ympäristönseurannassa, ja joita ei suurten kustannusten vuoksi tulla kovin pian mittaamaan. PAH ja PAH:n kaltaiset yhdisteet saattavat olla pahasti aliarvioitu ympäristöongelma. Uusien menetelmien kehittäminen onkin tarpeen, jotta näiden yhdisteiden vaikutuksia voidaan seurata tehokkaammin.

2.4. Haitalliset aineet ja Perämeren tila

Useiden raskasmetallien ja orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuudet sedimentissä ja kaloissa tulevat olemaan kohollaan huolimatta toimenpiteistä, joita on tehty ympäristöön kohdistuvan kuormituksen pienentämiseksi. Ovatko nykyiset pitoisuudet sitten haitallisia ja jos ovat, niin kuinka haitallisia? EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi edellyttää sellaisia ympäristömyrkkyjen arviointiperusteita, jotka on suhteutettu vaikutuksiin. Nykyään arviointiperusteet ovat perustuneet lähes yksinomaan merialueilta mitattujen pitoisuuksien tilastollisiin jakaumiin. Tietäältä alueelta mitattuja arvoja verrataan siis itse asiassa muihin mitattuihin arvoihin ilman tietoa siitä, kuinka haitallinen tämä pitoisuus merieliöille on. Parempien arviointiperusteiden kehittämisessä onkin suuri tehtävä.

2.4.1 Raskasmetallit

Oheisessa taulukossa on esimerkki nykyisten arviointiperusteiden soveltamisesta Ruotsissa. Tarkasteltavana on Harufjärdenin silakan sekä Holmön ahvenen ja kivinilkan metallipitoisuuksia. Tarkastelualueille ei kohdistu paikallisista pistekuormitusta. Suurin osa pitoisuuksista sijoittuu luokkaan ”vähäinen poikkeama” tai ”selvä poikkeama”. Tämä tarkoittaa sitä, että suhteessa nk. vertailuarvoihin ne ovat usein kohollaan. Vertailuarvojen tulisi edustaa tilaa, jossa ympäristövaikutusta ei ole. Käytännössä ne ovat kuitenkin useilta eri alueilta kerätyn aineiston pienimpiä mitattuja arvoja.

Harufjärdenin ja Holmön kalojen metallipitoisuuksia suhteessa ruotsalaisiin ympäristön tilan arviointiperusteisiin. Pitoisuudet: µg/g maksan kuivapaino, paitsi elohopea, µg/g lihaksen tuorepaino. Arvot ovat pitkien jaksojen (5-20 vuotta) keskiarvoja siinä tapauksessa, että mitään merkittävää suuntausta mittauksessa ei ole. Muussa tapauksessa luvut perustuvat aineiston viimeiseen vuoteen, useimmiten vuoteen 2000. Luokittelu perustuu vertailuun mitatun pitoisuuden ja vertailuarvon välillä. Luokka 1 = ei poikkeamaa tai poikkeama merkityksetön, 2 = vähäinen poikkeama, 3 = selvä poikkeama, 4 = suuri poikkeama, 5 = erittäin suuri poikkeama.

	Elohopea		Lyijy		Kadmium		Kromi		Nikeli		Sinkki	
	Pitoisuus	Luokka	Pitoisuus	Luokka	Pitoisuus	Luokka	Pitoisuus	Luokka	Pitoisuus	Luokka	Pitoisuus	Luokka
Silakka												
Harufjärden	0,039	3	0,082	2	1,36	3	0,23	2	0,18	3	105	3
Ahven												
Holmö	0,067	2	0,028	1	0,45	3	0,11	2	0,048	1	97	3
Kivinilikka												
Holmö	0,087	4	0,17	4	1,03	4	0,46	3	0,136	1	157	3

Perämeren tila raskasmetallien suhteen arvioidaan toistaiseksi siten, että lähtökohtana ovat todelliset pitoisuudet sekä niiden ajalliset muutokset ja se, mitä aineiden myrkyllisyydestä tiedetään. Elohopeaa, kadmiumia ja lyijyä tarkastellaan potentiaalisesti myrkyllisimpinä raskasmetalleina, ja Ruotsin kansallisten ympäristötavoitteiden mukaisesti ne on pyrittävä poistamaan uusien tuotteiden tuotannosta. Näistä aineista lyijyn pitoisuus kaloissa on selvässä laskussa Perämerellä ja monilla muilla alueilla. Lyijyttömän

bensiinin käyttöönotolla oletetaan olleen tähän suuri merkitys. Elohopea sitä vastoin ei näytä selvästi vähentyvän pienentyneestä kuormituksesta huolimatta. Rannikon tuntumassa elävien kalojen, kuten hauen, tilanne on parantunut. Kauempana rannikosta elävällä silakalla pitoisuudet ovat tiettävästi pienemmät kuin hauella, mutta eivät osoita selvää laskevaa suuntausta. Suuria määriä elohopeaa on maaperään sitoutuneena sellaisen teollisuuden lähiympäristössä, jolla on aikaisemmin ollut suuria päästöjä. Myös merenpohjan sedimenteissä on paljon elohopeaa. Elohopeaa voi siis kulkeutua Perämeren eliöihin vielä pitkään voimakkaasti vähentyneestä kuormituksesta huolimatta. Myös silakan kadmiumpitoisuudet ovat koholla, eikä selvää vähenemistä ole nähtävissä. Kadmiumia on jatkossa tarkkailtava, koska se näyttää ilman tunnettua syytä lisääntyneen selvästi muualla Itämeren alueella.

2.4.2 Orgaaniset ympäristömyrkyt

Orgaanisille ympäristömyrkyille vastaavia vertailuja ei tehty, koska tarpeeksi yksityiskohtaista aineistoa ei ollut saatavilla. Useat yhdisteet ovat kuitenkin vähentyneet melko selvästi. Näitä ovat esimerkiksi DDT ja PCB, joihin toimenpiteitä on kohdistettu jo kauan sitten, ja joiden vähentyminen on edelleen odotettavissa. PCB:n vähentyminen näyttää nyt kuitenkin pysähtyneen joillakin alueilla. PCB:tä voi levitä saastuneesta maasta ja sedimentistä, joten näiden sekundääristen lähteiden osuus nykypitoisuuksissa tulisi jäljittää. Bromatut palonestoaineet voivat aiheuttaa huolta vielä tulevaisuudessa, jos ongelmaa ei käsitellä hyvin. Ne muistuttavat monessa suhteessa kloorattuja orgaanisia aineita, mutta mittaussarjat ovat liian lyhyitä antamaan käsitystä ajallisista muutoksista. Koko joukko käyttörajoituksia on jo toteutettu, mutta esimerkiksi HBDC:n määrä kasvaa eteläisellä Itämerellä ja yhdistettä on tavattu myös Perämeressä.

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) on otettu vesipuitteiden direktiivin prioriteettiaineiden listalle. Niitä on Perämeren sedimenteissä suhteellisen korkeina pitoisuuksina. Itämeren ja Selkämeren joillakin alueilla ne on arvioitu suuriksi riskitekijöiksi. PAH:ta ei voi kovin helposti jäljittää eliöistä, koska yhdisteet hajoavat nopeasti ilman näkyviä haittavaikutuksia.

2.4.3 Haitallisten aineiden raja-arvot kaloissa

Ruokakaloille määrätty haitallisten aineiden suurimmat sallittavat arvot ovat tärkeä vertailukohta, kun tarkastellaan kaloista mitattuja pitoisuuksia. Rasvapitoisten kalojen dioksiinipitoisuuden raja-arvo on Perämeren osalta ajankohtainen. Myös PCB:n ja elohopean raja-arvot kannattaa pitää mielessä siitä huolimatta, että ne ylittyvät nykyään vain harvoin. Vuonna 2004 EU:ssa otetaan kantaa siihen, mitkä dioksiininkaltaisten PCB-yhdisteiden raja-arvot tulevat olemaan. Samalla ne liitetään dioksiinien (PCDD/PCDF) raja-arvoon. Dioksiinien tilanne Itämeressä on huolestuttava. Rasvapitoisten kalojen pitoisuudet ovat niin korkeita, että etenkin vanhoilla kaloilla ne ylittävät EU-maille asetetun raja-arvon. Nyt ollaan selvittämässä sitä, kuinka paljon dioksiineja kulkeutuu mereen ja edelleen kaloihin eri lähteistä. Hauen elohopeapitoisuus on laskenut ruokakalalle määrätyn raja-arvon alapuolelle. Pitoisuudet ovat kuitenkin edelleen niin korkeita, että runsas hauen syönti voi johtaa liian suureen elohopean saantiin. Perämeren kalojen lyijy- ja kadmiumpitoisuudet ylittävät harvoin tai eivät lainkaan näille aineille määrättyä raja-arvoa.

Dioksiinit (PCDD/PCDF)	PCB 153	Elohopea hauessa	Elohopea muissa kaloissa	Lyijy	Kadmium
4 pg WHO-TEQ/g tuorepaino	100 µg / kg tuorepaino	1.0 mg/kg tuorepaino	0.5 mg/kg tuorepaino	0.2 mg/kg tuorepaino	0.05 mg/kg tuorepaino

Kaloissa esiintyvien vierasaineiden raja-arvot eli suurimmat sallitut pitoisuudet (Ruotsin elintarvikevirasto <http://www.slv.se> ja Suomen elintarvikevirasto <http://www.elintarvikevirasto.fi>).

2.5 Tiivistelmä

- Perämereen on aikaisemmin kohdistunut huomattava metallien ja orgaanisten ympäristömyrkköjen kuormitus. Useiden yhdisteiden päästöt ovat vähentyneet ja tilanne on hitaasti parantunut monessa suhteessa. Silti suuria määriä metalleja ja orgaanisia ympäristömyrkköjä, muun muassa PCB:tä on kerrostuneena sedimenttiin. Joidenkin aineiden pitoisuudet eliöissä eivät ole vähentyneet.
- Perämeri on matala ja suhteessa meren pinta-alan sen valuma-alue on suuri. Ilman kautta tulevalle kaukokulkeumalla on suuri merkitys monien haitallisimpien aineiden esiintymiselle.
- Useiden klassisten ympäristömyrkköjen kuten DDT:n, HCH:n, HCB:n ja tietyssä määrin PCB:n pitoisuudet kaloissa ovat laskeneet. Kielloilla ja rajoituksilla on ollut vaikutusta ajan mittaan.
- Hauen elohopeapitoisuudet ovat laskeneet useilla rannikkoalueilla 1970-luvun lukemista. Ne eivät enää ylitä elohopean raja-arvoa, mutta ovat kuitenkin niin korkeita, että syöntirajoituksia tarvitaan.
- Perämeren eliöissä on bromattuja palonestoaineita. Pitoisuuksien kehityksestä ei ole tietoa.
- Rasvapitoisten kalojen dioksiinipitoisuudet eivät näytä vähentyneen ja ne ylittävät usein myyntiin sallituille kaloille määrätyn raja-arvon. Kaloissa on myös dioksiinien kaltaisia PCB-yhdisteitä, joiden pitoisuus tulee mahdollisesti ylittämään yhdisteille määrättävän ylärajan.
- PAH:n pitoisuus on huonosti tunnettu, mutta se vaikuttaa olevan korkea Itämeren muihin alueisiin verrattuna. Eri muotoina esiintyvät PAH-yhdisteet sisältyvät vesipuitedirektiivin prioriteettiaineiden listalle.
- Kierrossa on lukuisia "uusia" yhdisteitä, joiden esiintymisestä meriympäristössä on saatava lisää tietoa.
- Hylkeiden ja merikotkien terveydentila on parantunut 1960 – 1970-lukujen erittäin huolestuttavasta tilanteesta.
- Puunjalostusteollisuuden lähialueiden tila on parantunut ajan myötä. Samalla kalojen lisääntymishäiriöiden laajuus on vähentynyt.
- Edelleen on olemassa oireita, joiden syy-yhteys on epäselvä ja saattaa liittyä ympäristömyrkköihin. Näitä ovat esimerkiksi mateen, lohen ja hylkeiden lisääntymisongelmat.

Haitallisten aineiden esiintyminen yleisellä tasolla Perämeren puhtaimmilla alueilla pyydystetyssä silakassa 20 vuoden aikana. Tilanne poikkeaa alueista, joihin kohdistuu paikallista kuormitusta. Epäselvä suuntaus merkitsee melko tasaisia arvoja tai vaihteluja ilman selvää suuntausta. Pitoisuuksia on verrattu Itämeren eteläisempien osien silakan vastaaviin pitoisuuksiin. Mukana myös hauen elohopeapitoisuus.

Yhdiste	Suuntaus	Pitoisuus suhteessa Itämeren eteläisempiin osiin
DDT	Vähentynyt	Pienempi
PCB	Vähentynyt – epäselvä	Pienempi – samanlainen
HCH	Vähentynyt	Hieman pienempi
HCB	Vähentynyt	Epäselvä
PCDD/PCDF (Dioksiinit)	Epäselvä (lyhyt aikasarja)	Samanlainen - suurempi
Elohopea	Epäselvä	Suurempi
Elohopea (hauki)	Vähentynyt	-
Kadmium	Epäselvä	Hieman pienempi
Lyijy	Vähentynyt	Pienempi

3 Alueiden ja luonnonvarojen käyttö, hyödyntäminen ja suojeleminen

3.1 Alueiden käyttö

3.1.1 Rantojen rakentaminen

Perämerta ympäröivistä rannoista lähes 40 % on rakentamisen piirissä, mikä on enemmän kuin koko maan keskiarvo Suomessa ja Ruotsissa. Rakentamisaste on suunnilleen sama molemmilla puolilla Perämerta, ja eniten rakennettuja rantoja on Perämeren alueen eteläisimmissä osissa. Ranta-alueiden hyödyntämisen riskiä lisää kesäasuntojen muuttaminen ympärivuotiseksi, mikä on yleistymässä. Suomessa rakentamista hallitaan rantayleiskaavalla, joka sallii kiinteän asutuksen vain jo olemassa olevien kylien tai asutuskeskittymien yhteyteen. Ruoppaukset sekä laitureiden ja satamien rakentaminen liittyvät myös rantojen rakentamiseen. Ruoppauksille yleensä on suuri tarve Perämerellä, koska rantaprofiili on laajoilla alueilla matala ja maan kohominen mataloittaa rantavesiä nopeasti. Rantarakentamista lukuun ottamatta Perämerellä ei ole vielä arvioitu rantojen hyödyntämisen laajuutta ja vaikutuksia. Joillakin alueilla on kuitenkin tehty kartoituksia ruoppausten ja muiden vastaavien toimien aiheuttamasta hyödyntämisestä. Kattavampaa tarkastelua tarvitaan.

Tiukka rantojen suojeleminen ja toimiva valvonta ovat tehokkaimmat keinot, kun säädelään rantojen hyödyntämistä. Keväällä 2003 tehdyn Perämeren ympäristöongelmia koskevan kyselyn vastauksista kävi ilmi, että rantojen käyttö on monien mielestä kasvava uhka Perämeren ympäristölle. Lisäksi toivottiin, että ympäristöviranomaiset sekä rajoittavat että kontrolloivat uusia hankkeita entistä tehokkaammin. Ruoppauksia tulisi tehdä kohtuullisesti. Niitä tulisi välttää etenkin vielä koskemattomilla alueilla, jotka ovat monien eliöiden tärkeitä elinalueita. Maankohoaminen on luonnonilmiö, jota ei voi pysäyttää ruoppaamalla.

Ruotsissa rantojen suojeleminen on säädellyt ranta-alueiden hyödyntämistä pitempään kuin Suomessa, eikä suhtautuminen rantojen lähelle rakentamiseen ole yhtä sallivaa. Rantojen suojeleminen on toki tiukentunut Suomessakin 1990-luvulla. Vaikeutena on riittämätön tieto niin rantojen todellisesta hyödyntämisasteesta kuin siitä, mitkä alueet ovat erityisen herkkiä fyysiselle hyödyntämiselle.

3.1.2 Alueiden suojeleminen

Arvokasta luontoa voidaan suojata eri tavoin hyödyntämiseltä tai muilta toimilta. Suojelun arvoisia rannikon ja meriympäristön maa- ja vesialueita turvataan kansallispuistoina ja luonnonsuojelualueina sekä suojellaan muilla perusteilla. Luonnonsuojelualueen perustaminen voi tähdätä eliöiden biologisen monimuotoisuuden säilyttämiseen sekä arvokkaiden luonnonympäristöjen ja/tai suojelunarvoisten lajien elinympäristöjen suojelemiseen. Luonnonsuojelualueet ovat myös tärkeitä ulkoilu- ja virkistysalueita. Suojelualueilla maankäyttö ja muu hyödyntäminen on yleensä rajoitettu, mutta metsästys ja kalastus on useimmiten sallittu. Suojelumääräykset räätälöidään jokaiselle alueelle, ja ne vaihtelevat tapauskohtaisesti suojelualueen tarkoituksesta riippuen. Monilla saariston suojelualueilla on tiettyinä vuodenaikoina maihinnousukiello lintujen suojelemiseksi. Lisäksi linnuille ja hylkeille on perustettu erityisiä suojelualueita. Näillä alueilla rajoitetaan ainoastaan liikkumista sekä metsästystä ja kalastusta, mutta kyseessä olevaa luontotyyppiä ei erityisesti suojella. Moottorikelkoilla liikkuminen on yleensä kielletty moottorikelkkareittejä lukuun ottamatta. Perämeren pohjois-

osassa on sekä Suomella että Ruotsilla kansallispuisto. Alueiden yhdistämisestä on keskusteltu, mutta päätöksiä ei ole vielä tehty.

HELCOM on osoittanut erityisiksi BSPA-alueiksi (*Baltic Sea Protected Areas*) rannikon ja saariston alueita, joilla on merkittäviä luonnon- ja kulttuuriarvoja. Itämerellä on 62 tällaista aluetta (1995). Näistä useimmat olivat jo aikaisemmin suojeltuja.

HELCOM:in osoittamat BSPA-alueet Perämeressä. Huomaa että pinta-alat eivät vastaa nykyisin suojeltuja alueita (<http://www.helcom.fi>).

Suojelutyössä suuri edistysaskel on ollut eurooppalaisen suojeluverkoston Natura 2000:

n kehittäminen. Tämän verkoston avulla suojellaan myös koko joukko rannikon tuntumassa olevia merellisiä luontotyyppisiä. Natura 2000 on EU:ssa rakennettava arvokaiden luontotyyppien muodostama verkosto, johon sisällytettävillä alueilla esiintyy eurooppalaisessa mittakaavassa suojelemisen arvoisia lajeja tai luontotyyppisiä. Suomi ja Ruotsi, kuten muutkin EU-maat, huolehtivat siitä, että alueilla otetaan käyttöön tarpeelliset suojelutoimet. Natura 2000 alueet muodostuvat osaksi lintudirektiivin mukaisista erityisistä suojelualueista, SPA (*Special Protection Areas*), ja osaksi luontodirektiivin mukaisista yhteisön tärkeänä pitämistä alueista, SCI (*Sites of Community Importance*).

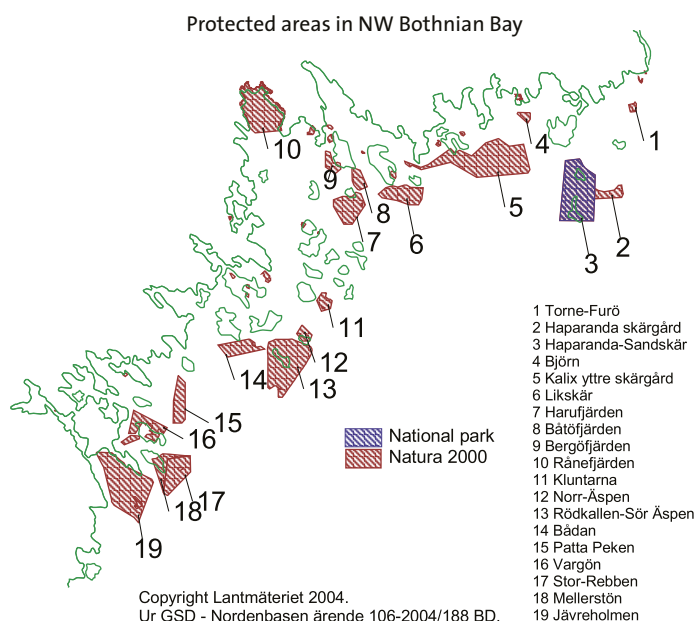
Perämeressä Natura 2000-verkoston on osoitettu noin 100 aluetta, joiden yhteinen pinta-ala on noin 300 000 ha. Suurin osa ehdotetuista alueista muodostuu maa-alueista ja toisaalta jo olemassa olevista luonnonsuojelualueista. Myös aivan uusia alueita on ehdotettu sisällytettäväksi verkostoon. Vesialueita mukana on jonkin verran, mutta ne eivät aina ole erityisiä suojelutoimien tarpeessa olevia luontotyyppisiä. Useimmiten suojelualueisiin sisältyvät vesialueet on muodostettu vetämällä suoraa rajoja eikä seuraamalla rantalinjaa. Hyvänä esimerkkinä on Norrbottenin alueen saaristo. Viidesosa rannikon Natura 2000-alueiden kokonaisalasta on erityisiä merellisiä luontotyyppisiä. Rannanläheiset hiekkasärkät ja suistoalueet ovat näistä luontotyypeistä yleisimmät. Vaikeutena on ollut se, ettei uhanalaisista lajeista ja huomattavista merellisistä elinympäristöistä ole tarpeeksi tietoa, minkä vuoksi erityisiä suojelunarvoisia alueita on ollut vaikeaa osoittaa.

	Lukumäärä	ha	Keskimäärin ha
Norrbotten	17	42226	2484
Västerbotten	40	59360	1484
Lappi	3	23466	7822
Pohjois-Pohjanmaa	25	36280	1451
Länsi-Suomi	16	171266	10704
Yhteensä	101	332598	3293

Perämeren Natura 2000-alueet. Vuoden 2004 täydennysalueet eivät sisälly taulukkoon (Norrbottenin ja Västerbottenin lääninhallitukset sekä Suomen ympäristökeskus).

Yksi Ruotsin kansallisista ympäristötavoitteista on, että suojelunarvoisista merellisistä ympä-

ristöistä vähintään puolet, ja suuria luonto- ja kulttuuriarvoja omaavista rannikko- ja saaristoalueista vähintään 70 % suojellaan viimeistään vuonna 2010. Lisäksi on suojeltava viisi uutta merellistä aluetta viimeistään vuonna 2005. Näiden lisäksi viranomaisten on osoitettava muita alueita, jotka ovat pitkäkestoisen suojelun tarpeessa. Tärkeimmät suojeltavat biotoopit ovat jokisuulahdet, fladat ja matalikot, jotka ovat samalla tärkeitä virkistysalueita. Mukana on toisaalta oltava biotooppeja, joiden lajirunsaus ja biologinen tuotanto ovat suuria. Jotta alueiden suojelu onnistuu, niiden



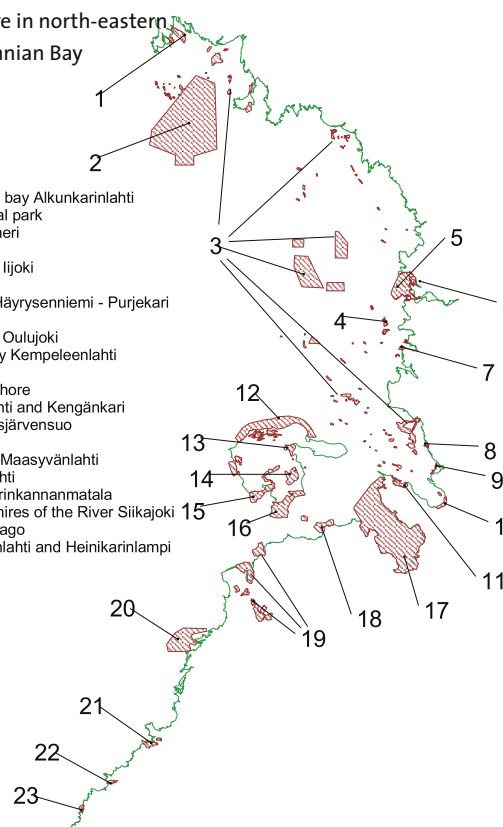
Perämeren Natura 2000-alueet, vuoden 2004 täydennykset eivät ole mukana (Norrbottenin ja Västerbottenin lääninhallitukset sekä Suomen ympäristökeskus).

Natura 2000 areas in the Bothnian Bay, complements from 2004 not included.

Protected nature in north-eastern part of the Bothnian Bay

Natura 2000

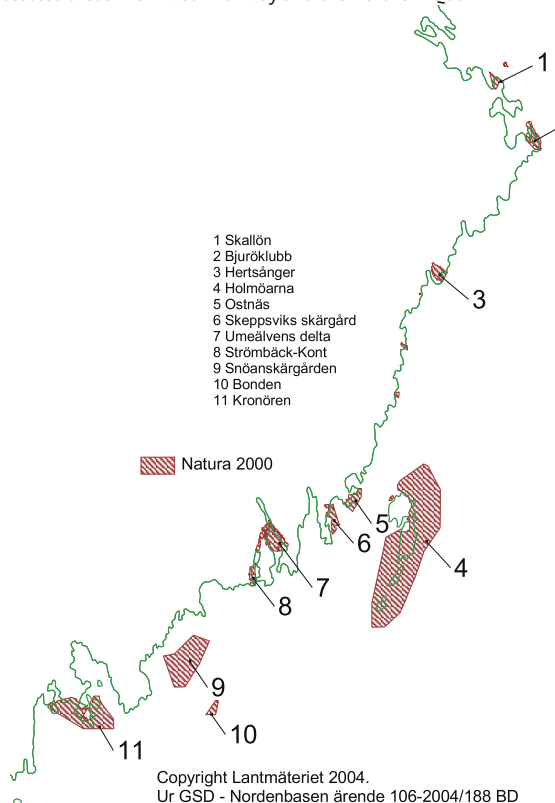
- 1 Pajukari - Uksei - the bay Alkunkarinlahti
- 2 The Perämeri national park
- 3 The islands of Perämeri
- 4 Röyttä
- 5 The delta of the river Iijoki
- 6 The bay Hiastinlahti
- 7 Laitakari - the cape Häyryseniemi - Purjekari
- 8 The cape Letonniemi
- 9 The delta of the river Oulujoki
- 10 The shore of the bay Kempeleenlahti
- 11 The bay Akionlahti
- 12 Hailuoto, northern shore
- 13 The bay Ojakylänlahti and Kengänkari
- 14 Härkinneva - Hanhisjärvensuo
- 15 Kirkkosalmi
- 16 Isomatalla - the bay Maasyvänlahti
- 17 The bay Liminganlahti
- 18 Säärenperä and Karinkannanmatala
- 19 The bird wetlands and mires of the River Siikajoki
- 20 The Raahe archipelago
- 21 Parhalahti - Syölätinlahti and Heinikarinlampi
- 22 Rajalahti - Perilähti
- 23 The area of Suni



on oltava aiempaa laajempia ja yhtenäisempiä, ja mukana on oltava myös vesialueita. Nykyään Ruotsissa on kaikkiaan kahdeksan suurta merellistä suojelualuetta, mutta toistaiseksi on ehdotettu vain muutama uusi alue. Yksi vaihtoehto on laajentaa jo olemassa olevia rannikon ja saariston suojelualueita niin, että niihin saadaan mukaan vedenalaisia ympäristöjä. Perämeren osalta toimeenpano on pisimmällä Västerbottenin läänissä. Siellä Holmö ja Kronören ovat kaksi Perämeren/Merenkurkun alueen jo nimettyä merellistä suojelualuetta. Uudeksi merelliseksi suojelualueeksi on ehdolla Bonden/Snöan. Norrbottenin läänissä ei vielä ole tehty ehdotusta uusiksi alueiksi. Kuitenkin alueellisessa ympäristötavoiteohjelmassa tavoitteeksi on asetettu se, ettei häiritseviä toimia sallita matalissa merenlahdissa ja muilla tärkeillä lisääntymisalueilla. Työ jatkuu, mutta lisää tietoa tarvitaan ranta- ja meriympäristöistä, jotta erityistä suojelua vaativat alueet voidaan asettaa tärkeysjärjestykseen. Eri käyttötärpeiden konfliktien välttämiseksi tarvitaan yhteisten strategioiden kehittämistä yhteistyössä paikallistahojen kanssa.

Suomessa on käynnissä työ ehdotettujen Natura 2000-alueiden toteuttamiseksi. Tavoitteena on saada työ valmiiksi vuoteen 2007 mennessä. Uusia alueita ei tulla ehdottamaan, eikä erityisiä merellisiä luonnonsuojelualueita tulla perustamaan. Moniin Natura 2000-alueisiin sisältyy jo nyt vesiluontotyyppäjä. Vesiluontotyyppäjä tullaan siis suojelemaan siitä huolimatta, että erityisiä vedenalaisia luonnonsuojelualueita ei perusteta. Rannikolla suojeltaviksi on osoitettu sellaisia luontotyyppäjä kuin rantaniittyjä, hiekkarantoja ja dyynejä. Myös Perämeren rannikolla ja rantametsissä esiintyviä lajeja tulee sisältämään suojeluohjelmaan

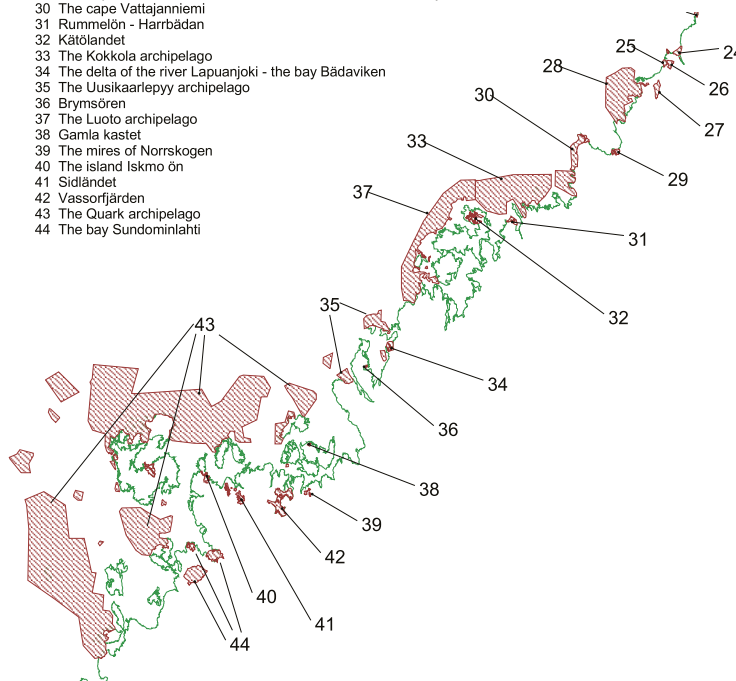
Protected areas in SW Bothnian Bay and the Northern Quark



Protected areas in south-eastern part of the Bothnian Bay

Natura 2000

- 24 The delta of the river Kalajoki
- 25 Vihas - the bay Keihäslahti
- 26 Maristopakat
- 27 The river Siiponjoki
- 28 The Rahja archipelago
- 29 The bay Maakannuskarinlahti and the delta of the river Viirretjoki
- 30 The cape Vattajanniemi
- 31 Rummelön - Harbådan
- 32 Kätölandet
- 33 The Kokkola archipelago
- 34 The delta of the river Lapuanjoki - the bay Bädaviken
- 35 The Uusikaarlepyy archipelago
- 36 Brymsören
- 37 The Luoto archipelago
- 38 Gamla kastel
- 39 The mires of Norrskogen
- 40 The island Iskmo ön
- 41 Sidlandet
- 42 Vassorfjärden
- 43 The Quark archipelago
- 44 The bay Sundominlahti



Perämeren Natura 2000-alueet, vuoden 2004 täydennykset eivät ole mukana (Norrbottenin ja Västerbottenin lääninhallitukset sekä Suomen ympäristökeskus).

Natura 2000 areas in the Bothnian Bay, complements from 2004 not included.

3.1.3 Happamien maiden ojittaminen

Eräiden Perämereen laskevien jokien suistoissa vesi on ajoittain erittäin hapanta. Näiden jokien valuma-alueilla vallitsevat sulfidipitoiset savet, jotka ovat peräisin jääkauden jälkeisen Litorinameren ajoista, ja tyypillisesti valuma-alueen savimaita on ojitettu tai kaivettu. Nämä savet ovat usein rautamonosulfidin mustaksi värjäämiä. Suomen puolella tehdyssä kartoituksessa sulfidi- eli alunamaita löytyi monin paikoin, mutta erityisen paljon niitä oli Merenkurkun alueella. Siellä sulfidipitoisen maan kerrokset olivat keskimäärin myös paksumpia kuin muualla. Ruotsin puolella sulfidimaita on melko yleisesti Norrbottenin rannikolla. Västerbottenin alueella niitä on vähemmän.

Kun sulfidipitoiset sedimentit joutuvat ojitusten yhteydessä kosketuksiin ilman hapen kanssa, sulfidit muuttuvat sulfaateiksi. Nopeinta hapettumista on lämpimissä ja kuivissa olosuhteissa. Voimakkaan sateen sattuessa osa sulfaateista huuhtoutuu vesistöihin rikkihappona, ja samanaikaisesti vapautuu typpiyhdisteitä ja metalleja. Usein happamuus vaihtelee vuoden mittaan ollen voimakkaimmillaan kevättulvien aikana tai sateisina syksyinä. Kevään happamat olosuhteet ovat vaikuttaneet rajusti kevätkutuisten kalojen kantoihin, koska mäti ja vastakuoriutuneet poikaset ovat happamoitumiselle

herkimpää. Valuma-alueen maaperän lisäksi herkimmille jokialueille tyypillisiä piirteitä ovat mataluus ja heikko veden vaihtuminen avomeren kanssa, minkä vuoksi hapanta makea vesi kertyy alueelle.

Kyrönjoki on tyypillinen esimerkki joesta, jonka suulla on toistuvia happamoitumisongelmia. Happamoituminen on ollut ajoittain niin voimakasta, että jopa aikuisia kaloja on kuollut. Niiden kiduksia on tällöin peittänyt muun muassa rauta- ja alumiinisulfaateista muodostunut sakka. Pahin tilanne on sellaisina vuosina, jolloin kevät ja syksy ovat hyvin sateisia, mutta kesä kuiva. Tämä olosuhteiden vaihtelu johtaa siihen, että jokiin pääsee poikkeuksellisen hapanta vettä. Näin kävi vuonna 1996, jolloin Kyrönjoessa todettiin laajoja kalakuolemia. Toistuva happamoituminen on aiheuttanut kevätkutuisten kalojen saaliiden rajun pientymisen. Kun kalastuksen kohteena olivat aikaisemmin eri kalalajit eri vuodenaikoina, on kalastus nykyään keskittynyt siikaan, joka kutee kaukana jokisuusta. Kaikille happamuudesta kärsiville jokisuistoille on tyypillistä että salakka, seipi, säyne, lahna, vimpa ja kuha ovat taantuneet.

Happamuudesta johtuvia kalakuolemia on todettu myös Ruotsin puolella. Laajoja kalakuolemia havaittiin 1900-luvun alussa, kun Lövängerin alueella laskettiin useiden järvien pintoja. On epävarmaa, näkyivätkö vaikutukset rannikolla asti, mutta ainakin jokeen kutemaan nousseet kalat kärsivät happamuudesta. Vuonna 2003 esiintyi kalakuolemia alueella, jossa ruoppaukset pudottivat vesipintaa aiempaa alemmaksi. Luulajan sisälahdissa on kuollut kaloja etenkin sellaisina kuivina vuosina, kun pohjavesi on ollut tavallista alempana. Viimeksi näin kävi vuonna 2004. Ruotsissa jokisuiden happamoituminen ei ole yhtä voimakasta kuin Suomessa, jossa on enemmän sulfidimaita ja suljettuja rannikkoalueita.

Kun meren lahtia suljetaan pengertämällä, ja pengerretyn alueen sisälle virtaa hapanta vettä, voi seurauksena olla happamoituminen. Näin on käynyt esimerkiksi Pietarsaari – Kokkola-alueen pengertämällä tehdyissä Luodon- ja Öjanjärvissä. Järvivesi on ajoittain ollut hapanta. Luodonjärvessä todettiin laaja kalakuolema vuonna 1996, jolloin kaloja kuoli paljon myös Kyrönjoen suulla.

Happamoitumisesta on tehty havaintoja jo kauan sitten, ja ilmiö vaikuttaa hyvin pitkäkestoiselta. Kyrönjoella on jo vuonna 1834 dokumentoitu kalojen kuolemia alunmailta tulevien happamien valumavesien vaikutuksesta. Ennen 1970-lukua Suomen rannikon ojat olivat avo-ojia. Viime vuosikymmeninä salaojitus on yleistynyt. Salaojituksen huono puoli on, että pH-arvot laskevat entisestään ojituksen tehostuessa ja maan ilmastuessa aiempaa syvemmältä. Tämä lisää rikkijhdisteiden hapettumista.

Happamoituminen on ilmiö, joka on liitetty lähinnä makeisiin vesiin, koska meri ei yleensä ole happamoitumiselle herkkä. Perämeressä happamoituminen rajoittuu selvästi tiettyjen jokisuiden lähistölle. Happamuuden vaikutukset eivät kuitenkaan ole pelkästään paikallisia, sillä useat kalalajit vaeltavat näille alueille kutemaan. Happamoituminen on tämän takia ilmiö, joka koskettaa jopa kokonaisia Perämeren rannikkovyöhykkeitä. Vaikutuksia voidaan lieventää kalkitsemalla ojia. Toinen keino on ojien vesipinnan pitäminen suhteellisen tasaisena. Näin voidaan jossain määrin estää voimakas happamoituminen, jota kuivien ja märkien olojen vaihtelu aiheuttaa. Rakennus- ja kaivuutoiminta sekä maiden läjitys sulfidimailla on tehtävä erittäin varovasti.

3.2 Meriliikenne

3.2.1 Öljypäästöjen vaikutukset

Meriliikenteen aiheuttamat öljypäästöt vahingoittavat meren ekosysteemiä. Osa päästöistä johtuu onnettomuuksista, mutta mereen kohdistuu myös tahallisia ja laittomia

päästöjä konehuoneista tai öljyn saastuttamasta painolastivedestä. Mereen tihkuu öljyä lisäksi normaalista laivaliikenteestä sekä maalla olevista lähteistä, kuten satamista ja taajamista. Näiden päästöjen arvioidaan olevan yhteensä jopa suuremmat kuin onnettomuuksien aiheuttamat päästöt.

Onnettomuuksien välittömät vaikutukset näkyvät öljyn tuhrimina lintuina ja rantoina. Öljyllä on myös pitkäkestoisia vaikutuksia, mutta niitä ei tunneta yhtä hyvin. Tuuli ja aaltojen vaikutus edistävät öljyn hajoamista. Pehmeään sedimenttiin tai kivien ja soran alle suojaan joutuva öljy säilyy pitkään, tiettävästi parikin vuosikymmentä, ja on uhkana pohjan eliölle. Myrkyllisimpiä ovat kevyet, vesiliukoiset hiilivedyt. Ne voivat olla vesieliöille haitallisia aivan pieninäkin pitoisuuksina. Jalostetut tuotteet, kuten kevyet polttoöljyt, bensiini ja petroli, voivat olla useita kertoja myrkyllisempiä kuin jalostamaton raakaöljy. Laittomissa päästöissä öljy on usein sekoittunut liuotimiin, mikä tekee siitä ympäristölle entistä haitallisemman ja vaikeuttaa sen keräämistä. Koko Itämereen arvioidaan päätyvän kymmeniä tuhansia tonneja öljyperäisiä hiilivetyjä vuodessa. Pitoisuudet ovat kolme kertaa suuremmat kuin Pohjanmerellä.

3.2.2 Öljypäästöt ja Perämeri

Öljypäästöjä on selvästi vähemmän Perämerellä kuin Itämeren eteläosissa, jonne laivaliikenne keskittyy. Suurin osa Perämeren öljypäästöistä on pieniä. Ruotsin rannikkovartioston vuodesta 1969 alkavaan listaan ei sisälly Perämeren alueelta sellaisia öljypäästöjä, joista olisi seurauksena ollut merkittäviä vahinkoja. Perämeren Ruotsin puoleisella alueella ei ole jaksolla 1986 – 2002 myöskään rekisteröity yhtään päästöä, jonka laajuus ylittäisi 38 m³ (10 000 US Gallonaa). Suomen puolella sattui paha onnettomuus vuonna 1984, kun Eira-aluksesta valui mereen 200 tonnia öljyä. Öljyntorjunta kivikkosilla rannoilla oli vaikeaa. Pesivä riskiläkanta väheni lähes 30 %, ja sen elpymiseen kului useita vuosia.

Vaikka Perämeressä on vähemmän meriliikennettä kuin etelämpänä Itämeren alueella, on täälläkin suuren onnettomuuden riski. Vaikeat jääolosuhteet hankaloittavat öljyntorjuntaa, ja kylmässä vedessä öljy hajoaa hitaasti. Eiran onnettomuus osoitti, kuinka vaikeaa puhdistustyö on kivikkosilla rannoilla. Ruotsin rannikkovartioston mahdollisuudet nopeaan öljyntorjuntatyöhön on todettu riittämättömiksi Skellefteån pohjoispuolisilla alueilla. Pohjoisin öljyntorjuntaan soveltuva alus on Uumajassa, noin 13 tunnin merimatkan päässä Luulajasta. Miehistön lisäämistä Luulajaan on ehdotettu. Lisäksi varusteita tarvitaan Luulajan lisäksi Skellefteåan. Suomen puolella merivartiostolla on öljyntorjuntaan soveltuvat alukset Oulussa ja Vaasassa. Näiden lisäksi on kolme pienempää alusta. Lisäksi kunnilla on useilla alueilla veneitä ja öljyvuomeja, joten öljyntorjuntavarustuksen kattavuus on parempi kuin Ruotsin puolella. Öljyntorjuntaan kuuluu myös lentovalvonta, jonka avulla päästöt voidaan havainta nopeasti. Maat rapor-

toivat tuloksia yhdessä HELCOM:in kautta. Toistaiseksi vain harvoja ja melko pieniä päästöjä on havaittu Perämerellä, eikä mitään ajallista suuntausta ole todettavissa.

Perämeressä yhteisellä lentovalvonnalla havaitut öljypäästöt kahteen suuruusluokkaan jaettuna (<http://www.helcom.fi>)

	Öljyn määrä	
	0-1 m ³	1-10 m ³
2002	2	0
2001	2	0
2000	1	0
1999	1	1
1998	6	0
1997	0	0
1996	0	0

3.2.3 Kansainväliset toimenpiteet

YK:n merenkulkujärjestö IMO (*International Maritime Organization*) on vuonna 2004 luokitellut Itämeren erityisen herkäksi merialueeksi. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että laivaliikenteelle asetettavat vaatimukset tiukentuvat. Esimerkiksi uusilla Itämeressä kulkevilla öljytankkereilla on oltava kaksoispohja. Vanhoja aluksia tämä määräys ei koske, minkä takia yksipohjaisia aluksia tulee edelleen liikennöimään Itämeressä.

Vuoden 2004 heinäkuun alusta tuli voimaan HELCOM:in nk. ”Baltic Strategy”, joka tähtää siihen, että laivat voivat jättää öljyjätteet satamiin maksutta. Strategiaa on pidetty tärkeänä keinona taistelussa laittomia öljypäästöjä vastaan.

3.2.4 Muut merikuljetuksista aiheutuvat haitat

Meriliikenteeseen liittyvistä haitoista näkyvimpiä ovat jätteet ja roskat meressä.

Kansainvälisesti tarkasteltuna meriin päätyy valtavia määriä jätettä. Eniten mereen tyhjennetään muoveja ja synteettisiä kuituja, mutta myös lasia ja metallia. Tämä roina vahingoittaa meren eläimiä ja kalastuselinkeinoja. Lisäksi roskia huuhtoutuu rannoille, jossa ne rumentavat ympäristöä. Perämeressä kaikenlaisen roskan määrästä ei ole arvioita. Ilmiö on kuitenkin kaikkien merialueiden yhteinen.

Työ rikki- ja vetyoksidien sekä PAH-yhdisteiden päästöjen rajoittamiseksi ei ole meriliikenteen osalta yhtä pitkällä kuin maalla olevien lähteiden suhteen. Meriliikenne kasvaa koko ajan, mikä merkitsee sen osuuden kasvamista ilmanpäästöissä. Laajasti tarkasteltuna meriliikenteen arvioidaan olevan tärkein typen oksidien lähde.

Laivojen painolastivesien mukana voi levitä eliöitä laajoille alueille. Joskus uusilla lajeilla eli tulokkailla on haitallisia vaikutuksia alkuperäiseen eliöstöön. Amerikansu-kasmato *Marenzelleria viridis* on saapunut painolastivesien mukana Itämeren eteläosiin ja levinnyt sieltä vähitellen Perämereen asti.

3.2.5 Perämeren rahtiliikenne

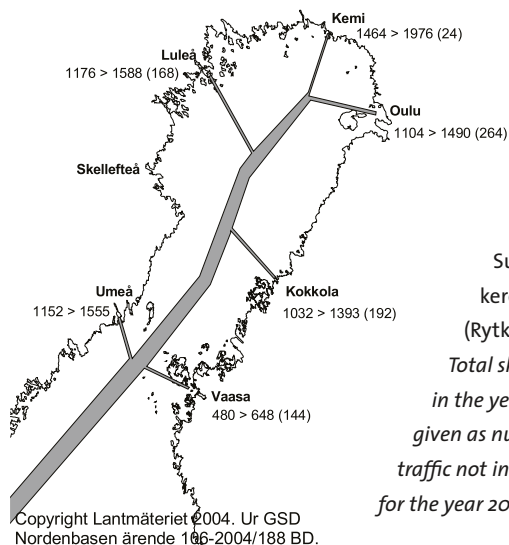
Perämeren satamien rahtiliikenteen laajuudesta saa käsityksen oheisista taulukoista ja kuvista, jotka perustuvat laivojen satamakäynteihin. Joidenkin ennusteiden mukaan merikuljetukset tulevat lisääntymään. Kasvu tulee näkymään etenkin Kemi - Tornio-alueella, ei välttämättä alusten määrinä vaan pikemminkin alusten koon suurentumisenä. Uudet rautatieyhteydet sekä parantuneet maayhteydet Luoteis-Venäjälle voivat kasvattaa Perämeren Suomen puoleisten satamien liikennettä pitkällä aikavälillä. Tämän kuljetusväylän merkitys tulee kasvamaan varsinkin, jos Pohjois-Venäjän öljy- ja kaasuvaroja aletaan hyödyntää laajemmin. Kehitystä on vielä vaikea arvioida.

Ruotsin satamien kautta kulkeva rahti (milj. tn) vuonna 2001 (Rytönen ym. 2002)

	Sisään		Ulos		Yhteensä
	Öljy	Kaikki	Öljy	Kaikki	
Luulaja	0.35	2.54	-	4.27	6.81
Piitime	0.17	0.73	0.03	0.71	1.44
Skellefteå	0.04	0.73	-	1.00	1.73
Uumaja	0.31	0.63	0.01	1.14	1.77

Suomen satamien kautta kulkeva
kansainvälinen rahti (milj. tn) vuonna
2001 (Rytkönen ym. 2002)

	Sisään	Ulos	Yhteensä
Tornio	0.31	0.27	0.58
Kemi	0.95	1.25	2.22
Oulu	0.81	0.74	1.55
Raahe	0.007	0.18	0.18
Rautaruukki	4.50	0.75	5.25
Rahja	0.041	0.28	0.32
Kokkola	1.20	1.75	2.95
Pietarsaari	0.41	0.62	1.03
Vaasa	1.01	0.25	1.27



Laivaliikenne vuonna 2000 ja
ennuste vuodelle 2015, luvut
satamakäyntien perusteella
(lauttaliikenne ei ole mukana).

Suluissa pelkästään öljytank-
kereiden käynnit vuonna 2000
(Rytkönen ym. 2002 mukaan).

*Total ship transport in the Bothnian Bay
in the year 2000 and forecast for 2015,
given as number of shipcalls (passenger
traffic not included). In brackets tanker
traffic for the year 2000, respectively.*

Copyright Lantmäteriet 2004. Ur GSD
Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD.

3.3 Tuulivoima

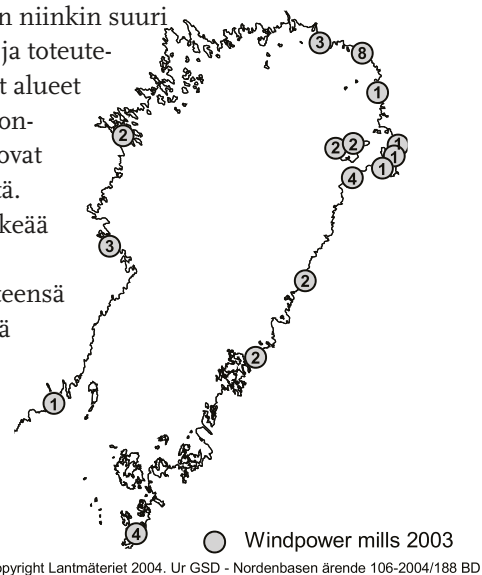
Muiden merialueiden tapaan myös Perämerellä tuulivoimaloiden määrä tuntuu olevan voimakkaassa nousussa. Tuulivoima on uusiutuva energialähde, jolla on ympäristöä ajatellen huomattavia etuja fossiilisiin polttoaineisiin, biopolttoaineisiin ja atomivoimaan verrattuna. Sekä Suomessa että Ruotsissa kansallisena tavoitteena on lisätä voimakkaasti tuulivoimarakentamista. Ruotsissa asetettiin vuonna 2001 koko maan tavoitteeksi 10 TWh vuodessa, jonka tulisi toteutua 10-15 vuoden aikana. Suomessa kauppa- ja teollisuusministeriön ohjelmassa tavoitteena on yhteensä 1 TWh vuodessa (500 MW) vuoteen 2010 mennessä. Vuonna 2003 Suomen tuulivoimatuotanto oli 86 GWh ja kapasiteetti noin 50 MW.

Tuulivoimaa ajatellen parhaat olosuhteet löytyvät meri- ja tunturialueilta. Eri yhte-yksissä on todettu, että vaikka tuulivoima merellä ei ole haitatonta, on siinä silti vähemmän mahdollisia konflikteja kuin tuntureilla. Jotta tuulivoima merellä saadaan todella tuottavaksi, tarvitaan suuria yksiköitä, tuulivoimapuistoja. Nykyään on teknisesti mahdollista rakentaa tuulivoimaloita alueille, joiden syvyys on niinkin suuri kuin 35 - 40 metriä. Etupäässä tuulivoimaloita suunnitellaan ja toteutetaan kuitenkin matalammille vesialueille. Ulkomeren matalat alueet ovat usein tärkeitä kalojen ja kalastuksen kannalta. Niiden luonnonarvot ovat todennäköisesti myös ainutlaatuisia, koska ne ovat useimmiten välttäneet kokonaan eriasteiselta hyödyntämiseltä. Virheiden välttämiseksi hyvä suunnittelu on ensiarvoisen tärkeää tulevassa paikkojen valinnassa.

Perämerellä on tällä hetkellä 15 tuulivoimalaa, joissa on yhteensä 37 yksikköä eli tuulimyllyä. Useita hakemuksia on käsittelyssä voimaloiden perustamiseksi. Suurin osa tuulivoimaloista on Suomen puolella, koillisella Perämerellä. Ympäristöminis-

Yksittäisten tuulivoimayksiköiden määrä Perämerellä vuonna 2003 (Norr-bottenin ja Västerbottenin lääninhallitukset, <http://www.vtt.fi/>)

Established wind power mills in the Bothnian Bay year 2003. Numbers represent the number of units



Copyright Lantmäteriet 2004. Ur GSD - Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

teriön sekä Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin Liittojen selvityksen mukaan Perämeren ja Merenkurkun merialueet soveltuvat hyvin tuulivoimatuotantoon. Tuulivoimapotentiaalia olisi selvityksen mukaan noin 7 500 MW (20 TWh/v). Tämä vastaa 1 400 km² suuruisen alan ottamista tuulivoimapuistojen käyttöön. Tutkituista alueista pohjoisin Perämeri osoittautui suurimittaisen tuulivoiman tuotantoon soveltuvimmaksi. Myös Ruotsin puolella pohjoisella Perämerellä oleva alue on osoitettu tuulivoimatuotannolle strategisesti soveliaaksi.

3.3.1 Tuulivoimaloiden ympäristövaikutukset

Tutkimukset tuulivoimaloiden ympäristövaikutuksista ovat usein koskeneet vain lintuja. Muun muassa lintujen reaktioita voimaloihin on tutkittu. Pimeinä ja pilvisinä öinä törmäyksiä tapahtuu yleensä eniten. Tuulivoimalat voivat myös jossain määrin vaikuttaa lintujen muuttoreitteihin. Tähän mennessä tehdyt tutkimukset on suunnattu lähes yksinomaan välittömiin vaikutuksiin, eikä vaikutuksista vesieliöihin ole juuri tietoa. Niistä voidaan tehdä vain oletuksia, jotka perustuvat yleiseen biologiseen tietoon. Tuulivoimalat synnyttävät melua ja värähtelyä sekä valo- ja varjoefektejä. Lisäksi, teknistä riippuen, kaapeleiden ympärille voi syntyä sähkömagneettisia kenttiä. Koska kalat kykenevät reagoimaan kaikkiin näihin ärsykkeisiin, voi näillä häiriöillä olettaa olevan vaikutuksia kaloihin. Rakentamisen yhteydessä myös pohjasedimenttiä leviää vesiympäristössä. Muista yhteyksistä tiedetään, että veden samentuminen karkottaa aikuisia kaloja, ja että mädin ja poikasten kuolevuus kasvaa veden samentumisen seurauksena. Nämä seuraukset ovat toki vain väliaikaisia. Tuulivoimaloilla on myös pitkäkestoisia vaikutuksia. Ne voivat vaikuttaa virtaus- ja sedimentoitumisolosuhteisiin ja siten muuttaa pohjien elinympäristöjä.

Joskus tuulivoimarakentamista puolustetaan sillä, että voimalat toimivat keinotekoisina riuttoina ja lisäävät paikallisesti biologista monimuotoisuutta. Tämä saattaa päteä syville, pehmeäpohjaisille alueille, joissa on vähän lajeja. On kuitenkin epävarmaa päteekö sama Perämeren ulapan matalikoille, joiden pohja-aines on suhteellisen kovaa. Joidenkin näkemysten mukaan tuulivoimapuistot saattavat hankaloittaa kalastusta ja merenkulkua. Myös muutokset maisemassa on otettava huomioon, kun arvioidaan tuulivoiman ympäristövaikutuksia.

Tuulivoiman vaikutusten summa näkyy vasta sitten, kun tuulivoimapuistoja on ollut pitempään käytössä. Joka tapauksessa tuulivoimarakentamisessa on tärkeää ottaa huomioon se, että Perämeren ulapan matalat alueet ovat ainutlaatuisia ympäristöjä, jotka puuttuvat monilta muilta merialueilta. Todennäköisesti ne eroavat suuresti rannikon lähellä olevista matalikoista, eikä niitä aiemmin ole laajamittaisesti hyödynnetty. Luonnonarvoja inventoidaan joillakin Ruotsin ulkomerialueilla vuosina 2004 - 2005. Suomessa käynnistyy kansallinen vedenalaisten merellisten ympäristöjen kartoitushjelma vuonna 2004. Tavoitteena on kehittää luontotyyppien luokittelu merelliselle vesiympäristölle, selvittää eri luontotyyppien ja lajien esiintymistä koko rannikkoalueella sekä paikallistaa luontotyyppien ja lajikoostumuksen kannalta arvokkaita alueita. Inventoinnin ja kartoituksen tulokset ovat arvokkaita myös tuulivoimarakentamisen vaikutuksia arvioitaessa.

3.4 Kalastus

Perämeressä harjoitetaan kalastusta lähinnä melko pienillä veneillä ja rannikon tuntumassa, jossa suurimmat kalavarat ovat. Kiinteät pyydykset ovat yleisiä, ja niillä kalastetaan lähinnä lohta ja siikaa. Tämä kalastusmuoto keskittyy jokien suualueille, mutta myös Merenkurkun Holmön alueella pyydetään lohta kiinteillä pyydyksillä. Muikun

ja silakan pyyntiin käytetyt isorysät ovat vähentyneet viime aikoina. Ammattikalastajien lisäksi vapaa-ajan- ja sivuammattikalastajat käyttävät kiinteitä pyydyksiä yksityisillä vesillä, joilla he ovat kalastusoikeuden omistajia.

Varsinkin Ruotsin puolella pohjoista Perämerästä harjoitetaan muikun troolausta. Viidellä saaristoalueella tapahtuvassa kalastuksessa käytetään pääasiassa pohjatroolia. Pyynti keskittyy syksyyn, koska kalastus tähtää lähinnä mädin saantiin. Suomessa muikku sellaisenaan on haluttu ruokakala. Sitä pyydetään yleisesti pintatroolilla. Huomattavasti muikkua enemmän Suomen puolella troolataan silakkaa. Silakanpyynnissä käytetään lähinnä pohjatroolia. Lisäksi verkoilla kalastetaan ammattimaisesti siikaa ja silakkaa. Ammattikalastuksen lisäksi Perämeressä harjoitetaan varsin laajaa vapaa-ajan ja kotitalouskalastusta.

3.4.1 Ajalliset muutokset

Sodan jälkeisenä aikana ammattikalastajien määrät ovat vähentyneet huomattavasti Ruotsissa. Samanaikaisesti vapaa-ajan tai sivuammattikalastuksen osuus on kasvanut. Nykyään Ruotsin puolella ehkä eniten ammattikalastusta harjoitetaan Norrbottenin alueella, jonne muikun troolipyynti on keskittynyt. Kalastus kiinteillä pyydyksillä on vähentynyt rajusti viimeisen kymmenen vuoden aikana, ja joidenkin jokisuiden lohenpyynti on romahtanut. Eniten ovat vähentyneet niiden kalastajien määrät, jotka harjoittavat pyyntiä omilla tai eri yhteisöjen omistamilla vesialueilla. Vuonna 1999 tehdyssä laskennassa Norrbottenissa oli pyynnissä enää 470 loukkua, kun vuonna 1992 niiden määrä oli 632. Syitä loukkujen vähentymiseen ovat hylkeiden aiheuttamat vahingot sekä rajoitukset, joista yhtenä esimerkkinä voi mainita alkukesän lohenpyyntikiellon villin lohien suojelemiseksi.

Suomen puolella kalastus oli aikaisemmin pienimuotoista pyyntiä kotisataman lähellä. Silakka oli tärkein pyyntikohde, ja sitä pyydettiin pääasiassa rysillä. Silakan ohella myös muut kalat olivat pyynnin kohteena. Kauempana rannikosta tapahtuva pyynti alkoi yleistyä 1950 – 1970-luvuilla, ja pyydyksinä alettiin käyttää lohisiimoja, ajoverkkoja ja trooleja. Teknisellä kehityksellä oli suuri merkitys kalastuksen muutoksessa, mutta joidenkin jokisuiden ympäristöongelmat nopeuttivat pyynnin siirtymistä kauemmaksi merelle. Pynnin kohteena oli entistä vähemmän lajeja, pääasiassa lohi, silakka ja siika. Tietyssä määrin kalastus on 1990-luvulta alkaen laajentunut jälleen käsittämään useampia lajeja. Vaasan alueella saadaan ehkä eniten kalaa Suomessa, mutta kalastusalueena on Perämeren ja Merenkurkun lisäksi myös Selkämeri, joten saalis on peräisin kahdelta merialueelta. Kalastuksen lisäksi kalanjalostuksella ja markkinoinnilla on merkitystä haja-asutusalueiden toimeentulolle.

Ammattikalastajien ja pyyntialusten määrät Västerbottenin ja Norrbottenin rannikoilla vuonna 2001. Västerbottenin luvut sisältävät myös ne alukset, joiden kotisatama on Selkämeren puolella. Ammattikalastajien iän mediaani oli 52 vuotta (mukana myös Selkämeren kalastajat). Suluissa lukuihin jo sisältyvä naisten määrä (Fiskeriverket 2002).

	Ammattikalastajien määrä			Aluksen pituus		
	Omat kalavedet	Yleiset kalavedet	Yhteensä	<10 m	10 – 12 m	12 – 18 m
Västerbotten	26	1	27 (0)	31	4	0
Norrbotten	62	13	75 (1)	72	25	16

Ammattikalastajien ja rekisteröityjen pyyntialusten määrät Suomen puolella Perämeren vuonna 2002 (RKTL 2003: Ammattikalastus merellä 2002. Suomen virallinen tilasto 2003:55).

	Ammattikalastajien määrä ¹	Pienimuotoinen rannikkokalastus	Alusten määrä	
			Pinta-troolarit	Passiivipyödyt-alukset
Pohjanmaa	204 (490)	920	18	7
Pohjois-Pohjanmaa	80 (236)	329	42	2
Lappi	41 (42)	95	5	1

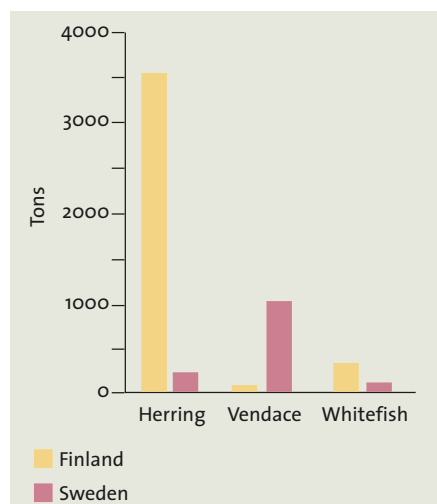
¹⁾ Ammattikalastajaksi luetaan ne kalastajat, joiden tuloista 15 % tulee kalastuksesta (suluissa niiden kalastajien määrä, joiden tuloista alle 15 % tulee kalastuksesta)

3.4.2 Saaliit ja kantojen tila

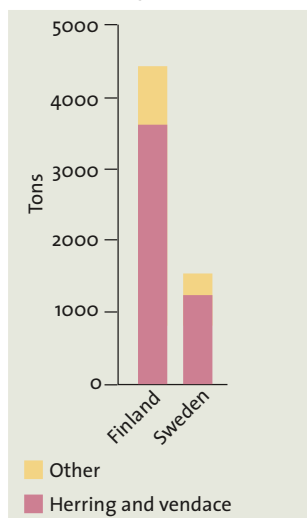
Silakka

Silakan ammattimainen pyynti tapahtuu Perämeressä pääasiassa pohjatroolilla, mutta viime vuosina pintatroolien ja loukkujen määrä on kasvanut. Myös tavallisia silakka-

Catch in commercial fishery in Bothnian Bay 2002



Total catch in commercial fishery in Bothnian Bay 2002



verkkoja käytetään paljon. Jaksolla 1979 - 1998 silakasaalis oli keskimäärin 7 000 tonnia vuodessa. Saaliit olivat suurimmillaan 1970-luvun lopulla ja 1980-luvulla, jonka jälkeen ne ovat hitaasti vähentyneet. Kannan arvioidaan kasvaneen jälleen vuodesta 2000 lähtien. Kalastuksen arvioidaan olevan biologisesti kestäväällä pohjalla, eikä silakka ole saaliin ikäjakautuksen perusteella ylikalastettua. ICES'in mukaan vuoden 2004 silakasaalis saa olla Perämeressä enintään 3 000 tonnia.

Muikku

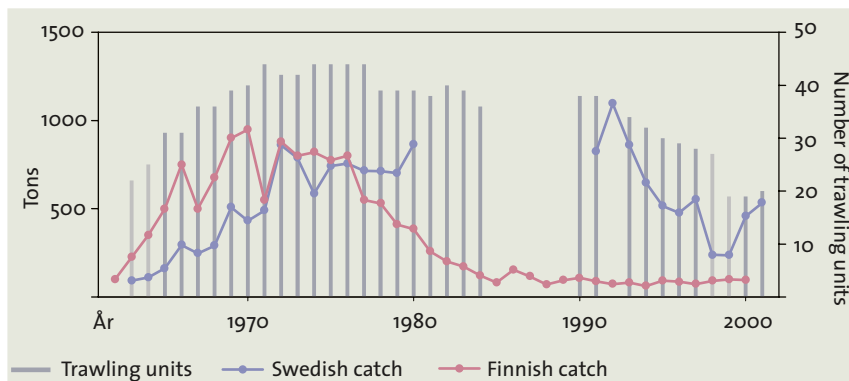
Muikun kalastus tehostui voimakkaasti troolauksen alkamisen myötä 1960 – 1970-lukujen vaihteessa. Tehokkaan kalastuksen takia kanta on sittemmin ollut vuosikausia heikko, ja vanhojen kalojen osuus saaliissa on vähentynyt. Nykyään muikkua pyydetään Ruotsin puolella täysin poikkeusluvalla, koska yleinen troolauks-

raja on 4 merimailia peruslinjan ulkopuolella, ja sen rannan puolella troolaamiseen on oltava poikkeuslupa. Lupien määrä on rajoitettu. Hakemusten määrä on viime vuosina kuitenkin pysynyt sallittavan ylärajan alapuolella, koska muikkua on saatu niin heikosti. Suomen puolella saaliiden väheneminen todettiin aikaisemmin kuin Ruotsin puolella, minkä on epäilty johtuvan Ruotsin voimakkaasta pyynnistä. Osuutta voi olla myös vanhojen vuosiluokkien määrän vähenemisellä. Vanhat kalat vaeltavat pisimpiä matkoja, ja koska suurin osa kutualueista on oletettavasti Ruotsin puolella, voi tämä näkyä nimenomaan siinä, että Suomen puolelle tulijoita on vähemmän.

Silakan (*herring*), muikun (*vendace*) ja siian (*whitefish*) saalis Perämeren ammattikalastuksessa vuonna 2002, sekä Suomen ja Ruotsin silakka- ja muikkusaalis (*herring and vendace*) sekä muu kalasaalis (*other*), (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Fiskeriverket ja ICES). Saaliit tonneina.

Catch in commercial fishery in the Bothnian Bay in 2002.

Catch of vendace



Muikkusaaliiden kehittyminen Perämerellä troolikalastuksen alettua 1960-luvulla. Troolilyksikköjen määrä lkm pylvinä (*trawling units*), Suomen (punainen viiva) ja Ruotsin (sininen viiva) saaliit tonneina (*catch, tons*) (Thoresson, Hasselborg & Appelberg. Bottniska Viken 2001).

Development of the catch of vendace in the Bothnian Bay since trawl fishery started in the 1960's.

Ylikalastuksen ratkaisemiseksi Ruotsin puolella on kokeiltu vuodesta 2000 lähtien alueellista pohjoisen Perämeren muikkukantojen hoito-ohjelmaa. Sitä vetävät ammattikalastajat itse yhteistyössä Fiskeriverketin, Norbottenin rannikkokalastajien liiton ja Ruotsin itärannikon kalastajien kanssa. Tietyillä herkillä kutualueilla kalastamisesta on luovuttu vapaaehtoisesti, ja Fiskeriverketille jätetään vuosittain selvitys. Vuonna 2003, Ruotsin puolella jo vuonna 2002, saaliit olivat erittäin hyviä ja kannat tuntuvat elpyneen. On vaikea sanoa, johtuuko tämä tehdyistä toimenpiteistä, vai ovatko kyseessä luonnolliset syyt. Muikun elinkierto on joka tapauksessa niin lyhyt, että säätelyn tulosten pitäisi näkyä nopeasti. Kannan voimistuminen näyttää tapahtuneen laajoilla alueilla, ja luultavasti taustalla on useita syitä. Vanhojen kalojen osuus on edelleen hyvin pieni, eli kannat ovat vielä haavoittuvia.

Siika

Vesivoimarakentamisen myötä monet vaellussiian entiset kutupaikat ovat hävinneet, tai pääsy niille on estynyt. Haittojen korvaamiseksi istutetaan koko Pohjanlahden alueelle 5 - 10 miljoonaa yksikesäistä siikaa vuosittain. Lähes kaikki istutukset tehdään Suomen puolelle. Ruotsissa vesioikeus ei ole ottanut tarpeeksi huomioon vaellussiian kutupaikkojen menetyksiä. Tämän vuoksi siikaa ei istuteta, vaikka vesivoimarakentaminen on haitannut useita kantoja.

Suomessa tehty eräiden vaellussiikakantojen pitkäaikaisseuranta osoittaa, että kalastuksessa on tapahtunut suuria muutoksia. Kiinteät pyydykset olivat tärkein pyyntimenetelmä 1950-luvulla ja saalissiikojen paino oli usein 1 - 3 kg. Verkkojen ja loukkujen silmäkoko oli yleensä 50 - 65 mm. Kalastus ajoverkoilla alkoi 1960-luvulla, jolloin myös verkkomateriaali muuttui puuvillasta nailoniin. Ajan kuluessa silmäkoot pienenevät ja olivat 1990-luvulla ajoverkoissa 38 - 45 mm sekä loukuissa ja rysissä 30 - 35 mm. Saalissiikojen paino oli 0,4 - 0,8 kg. Keskipainon vähenemisen oletetaan olevan yhteydessä kalastuksen tehostumiseen. Nopeakasvuisimpien, Selkämereen vaeltavien siikojen valikoiminen saa aikaan sen, että Perämereen jäävät vain hidaskasvuisimmat siikat. Kalastuksen vaikutus näkyy myös siinä, että jokiin vaeltaa yhä vähemmän naaraita. Naaraat viipyvät kasvualueillaan 1 - 2 vuotta koiraita kauemmin, jolloin ne altistuvat enemmän

kalastukselle. Siikakantojen muutos näkyy hyvin esimerkiksi Tornionjoen Kukkolan-koskella, jossa saaliit ovat olleet vuoden 1993 jälkeen pienemmät kuin 1980-luvun lopulla.

Arvio siikakannan tilasta on kaikesta huolimatta epävarma. Puutteena on muun muassa se, että vaellussiika ja karisiika raportoidaan usein pelkkänä siikana. Ruotsalaisten ammattikalastajien siikasaalis on vähentynyt selvästi vuodesta 1994 lähtien. Myös koekalastuksissa saalis on pienentynyt pyyntiponnistusta kohti. Suomen ammattikalastuksessa siikasaalis on ollut suhteellisen tasainen 25 vuoden ajan. Joka tapauksessa Ruotsin aineisto yhdessä keskipainon pienentymisen ja muuttuneen sukupuolijakauman kanssa viittaa selvästi siikakannan vähentymiseen tietyillä alueilla.

Lohi

Useiden luonnonlohikantojen tila on ollut heikko jo pitkään. Vesivoimarakentaminen on heikentänyt lisääntymismahdollisuuksia rajusti estämällä vaelluksia ja vähentämällä kutuun soveltuvia alueita. Lisäksi uittoperkaukset ovat hävittäneet kutu- ja poikaskasvualueita tai heikentäneet niiden laatua. Patojen yhteyteen on rakennettu jonkin verran kalateitä, mutta ne eivät aina toimi toivotulla tavalla. Yleisimpänä ongelmana on ollut se, että lohet pyrkivät kohti voimakkainta virtausta, joka tulee yleensä turbiineista eikä kalatien sisäänkäynnistä. Vesivoimarakentamisen aiheuttamia haittoja on korvattu istuttamalla suuria määriä lohen vaelluspoikasia. Nykyään istutetaan noin 5,5 miljoonaa poikasta vuodessa. 1990-luvun puolivälissä Itämeren lohista 90 % oli peräisin istutuksista ja luonnon smoltituotanto oli hyvin heikkoa.

Elinympäristöjen tuhoutumisen lisäksi luonnonlohikantojen tilaa heikensi voimakas pyynti, josta valtaosa tapahtui lohen kasvualueilla Itämeren pääaltaassa. Kalastus kohdistui kaikkiin lohiin riippumatta siitä, mikä niiden kotijoki oli tai alkuperä oli. Lisäksi kalastus kohdistui hyvin voimakkaasti naaraslohiin, jotka viipyvät kasvualueilla koiraita pitempään. Pyynnin ollessa voimakkaimmillaan, myös luonnonlohet joutuivat pyynnin kohteeksi ennen kuin ne ehtivät lisääntyä. Tilannetta heikensi entisestään M74-oireyhtymä, joka vaivasi lohikantoja etenkin 1990-luvun puolivälissä.

Geneettinen köyhtyminen oli ja on edelleenkin suurena uhkana useille luonnonlohikannoille. Luonnonlohta uhkaa myös geneettinen sekoittuminen viljellyn lohen kanssa vesistöissä, joissa on molempia lohia. Luonnontuotanto on välttämätöntä, jotta villi lohi kyetään säilyttämään lajina. Perämerellä on tärkeä merkitys Itämeren lohen säilyttämisessä, koska juuri tällä alueella sijaitsevat monet Itämeren joet, joissa lohi luontaisesti lisääntyy. Nämä joet tuottavat yli 90 % koko Itämeren alueen luonnonlohesta. Lohi lisääntyy luontaisesti kymmenessä joessa, mikäli Uumaja/Vindeljoki lasketaan mukaan. Lajin hoitotoimissa on tärkeää muistaa se, että eri jokien lohet kuuluvat eri kantoihin, joilla on omia ja usein ainutlaatuisia ominaisuuksia.

Itämeren luonnonlohen suojelemiseksi käynnistyi vuonna 1997 IBSFC:n (*International Baltic Sea Fishery Commission*) toimintasuunnitelma ”Salmon Action Plan 1997 - 2010”. Yksi päätavoitteista on saavuttaa tietyissä joissa vähintään 50 % potentiaalisesta lohen luonnontuotannosta. Koko Itämerellä on ollut vuodesta 1991 alkaen lohen yhteinen saaliskiintiöjärjestelmä (TAC). Itämeren pääaltaassa sijaitsevilla lohen kasvualueilla tapahtuva ajoverkkokalastus on vähentynyt 1990-luvulla. Tämä pyyntimuoto tullaan kieltämään EU:n päätöksellä vuonna 2008.

M74-oireyhtymän voimistuminen 1990-luvulla johti muutoksiin ja rajoituksiin Pohjanlahden rannikkokalastuksessa sekä Suomen että Ruotsin puolella. Yhtenä tavoitteena on kohdistaa kalastus viljeltyyn loheen ja samanaikaisesti vähentää luonnonlohen pyyntiä. Tärkeä päätös on ollut suosia kalastusta sellaisten jokien edustoilla, joiden

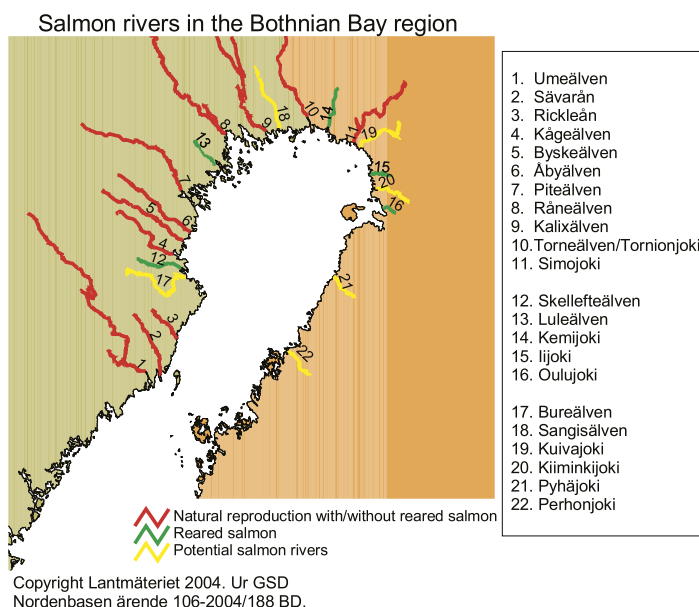
kannat koostuvat viljellystä lohesta, ja toisaalta säännöstellä pyyntiä niiden jokien edustoilla, joissa lohi luontaisesti lisääntyy. Yhteisestä periaatteesta huolimatta sääntöjen toteutumisessa on suurta alueellista vaihtelua. Lohenkalastusta on rajoitettu alkukesällä sekä Suomessa että Ruotsissa. Rauhoitusten taustalla on se, että juuri tuolloin luonnonlohta on rannikoilla eniten. Suomessa rajoitukset olivat tiukimmillaan 1997 - 1998, minkä jälkeen rajoituksia lievennettiin jonkin verran. Suomen puolella toteutetut alkukesän rauhoitukset näkyivät Ruotsin puolella, koska lohet seuraavat Suomen rannikkoa pohjoiseen ja edelleen Ruotsin puolelle.

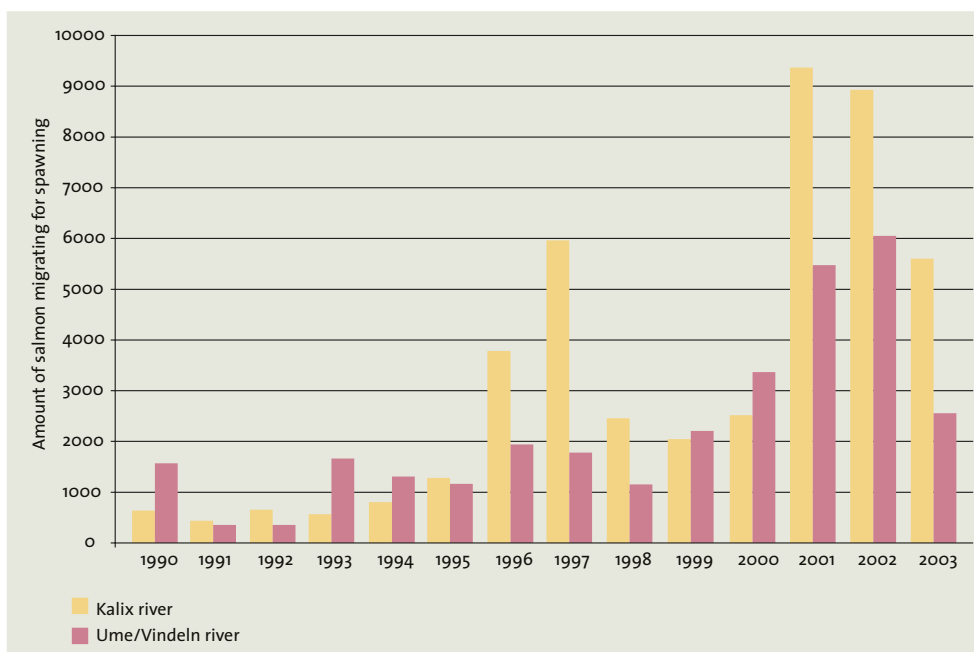
Kutulohien määrä on kasvanut selvästi useissa joissa 1990-luvulla. Myös poikasten tiheydet ovat kasvaneet etenkin suurimmissa joissa. Pienissä joissa kantojen elpyminen ei ole ollut aivan yhtä selvää. Poikasten kuolevuus M74-oireyhtymän takia on vähentynyt 1990-luvun puolivälin todella heikkojen vuosien jälkeen. Tämä yhdessä kalastuksen säätelyn kanssa on mahdollistanut kantojen laajan elpymisen. Voimakaita vuosiluokkia syntyi etenkin vuosina 1997 - 1999, mikä näkyy vuosien 2001 ja 2002 kutuvaelluksissa. Vuonna 2003 tilanne ei kutunousun osalta ollut enää yhtä hyvä, mikä osoittaa lohien haavoittuvuutta. Samaan aikaan useissa luonnonlohikannoissa tapahtuneen myönteisen kehityksen kanssa Suomen Pohjanlahden rannikon lohisäiliössä todettiin voimakas luonnonlohen osuuden kasvu. Vuosina 2002 - 2003 luonnonlohen osuus oli peräti 60 - 70 %. Itämeren altaassa niiden osuuden arvioitiin vastavasti olevan noin 50 %. Samalla kun luonnonlohen määrä Itämeressä on kasvanut, on viljeltyjen lohien määrä vähentynyt selvästi huolimatta siitä, että lohi-istutusten taso on pysynyt ennallaan. Vähentyminen johtuu viljeltyjen smolttien ja postsmolttien suuresta kuolevuudesta. Luonnonlohen yhtäaikaisen elpymisen takia lohien kokonaismäärässä ei ole tapahtunut romahdusta.

Ruotsissa on toteutettu ja Suomessa on ehdotettu toteutettavaksi viljeltyjen lohien rasvaeväleikkauksia, joiden avulla luonnonlohi voidaan vaivatta erottaa viljellystä lohesta. Luonnonlohet olisi tällöin mahdollista vapauttaa pyydyksistä takaisin mereen. Alustavien tutkimusten mukaan lohi toipuu hyvin vapautuksen jälkeen. Tämä edellyttää kalojen säilymistä elossa pyydyksissä, mikä onnistuu Perämerellä enimmäkseen käytettävissä loukuissa ja rysissä. Yhteenvedona voi todeta, että lohenkalastuksen säätelyllä niin Pohjanlahden rannikoilla kuin varsinaisessa Itämeressä on ollut ratkaiseva merkitys lohikantojen kehityksessä. Vaikka elpyminen näkyy useissa luonnonlohikannoissa, tarvitaan toimenpiteitä myös jatkossa.

Perämeren lohijoet. Punaisella on merkitty ne joet, joissa on lohien luonnontuotantoa (tuki-istutuksia voi olla), vihreällä joet, joissa on viljeltyä lohta ja keltaisella potentiaaliset lohijoet (Ranke ym. 1999).

Salmon rivers of the Bothnian Bay.





Kalix- ja Uumaja/Vindeljoen kalateiden kautta vaeltaneiden lohien määrät vuosittain (Fiskeriverket).

The number of upstream migrating salmon in the fishways of the Kalix river and the Ume-/Vindel river

Taimen

Perämereen laskevista joista kolmessatoista on jäljellä luontainen meritaimenkanta. Useiden kantojen tila on huolestuttava ja joissakin on jäljellä vain muutamia kutukaloja. Joitakin kannoista vahvistetaan tuki-istutuksilla. Erityisen huono tilanne on Suomen puolella, jossa lukuisia kantoja on hävinnyt. Merisaalis koostuu lähes yksinomaan istutuskaloista. Merkintöjen avulla on saatu selville, että suuri osa meritaimenista joutuu saaliiksi jo ensimmäisenä merikesänään, siis ennen kuin ne ovat ehtineet lisääntyä. Usein taimenet saadaan siian verkkopyynnin sivusaaliina. Koska siianpyynnissä käytetään aiempaa tiheäsilmaisempia verkkoja, saadaan saaliiksi myös pienempää taimenta. Suomessa on keskusteltu verkon silmäkoon säätelystä sekä taimenen alamitan nostamisesta 40 cm:stä 50 cm:iin.

Vaikka kalastus on heikentänyt meritaimenkantoja, on huolta aiheuttavan tilanteen taustalla useita muitakin syitä. Lohikantoja haitannut vesivoimarakentaminen on luonnollisesti kohdistunut myös meritaimeneen. Taimen suosii sivujokia ja puroja lisääntymiseen, minkä vuoksi esimerkiksi metsätaloustoimintateilla on ollut suuri merkitys taimenkantoihin. Ojitukset ovat muuttaneet etenkin pienten vesistöjen tilaa ja metsäautoteiden tierummut ovat muodostaneet kaloille vaellusesteitä. Meritaimen on lohta alttiimpi happamoitumisen vaikutuksille, koska se suosii pienempiä vesistöjä, joissa happamoitumista on enemmän. Meritaimenen heikkoa tilannetta korostaa loheen verrattuna se, että myönteisestä kehityksestä ei ole merkkejä.

Perämereen laskevat joet, joissa on meritaimenen luontaista tuotantoa (ICES 2002). * epävarma

Ruotsi	Suomi
Ume/Vindelälven	Kiiminkijoki*
Rickleån	Lestijoki*
Sävarån	
Kågeälven	
Byskeälven	
Åby älv	
Piteälven	
Råneälven	
Kalixälven	
Sangisälven*	
Torneälven / Tornionjoki	

Muut lajit

Muiden kalalajien kantojen tilasta on saatavilla melko vähän tietoa. Suomen ammattikalastuksen ahvensaaliit olivat jaksolla 1997 - 2002 suurimmat 20 vuoteen. Haukisaaliissa ei ole näkyvissä selvää suuntausta. Ruotsin puolella ammattikalastuksen haukija ahvensaaliissa ei näy selviä muutoksia 1990-luvulla. Saatavilla olevien suhteellisen niukkojen tietojen perusteella Merenkurkun itäosien harjuskannat ovat taantuneet. Nahkiainen on silmällä pidettävä laji, joka on vähentynyt rajusti lähinnä patoamisen ja säännöstelyn seurauksena. Suomessa joidenkin rakennettujen jokien nahkiaiskantoja ylläpidetään ylisiirtojen avulla.

3.4.3 Vapaa-ajan kalastus

Vapaa-ajankalastuksella on tärkeä merkitys sekä Suomen että Ruotsin puolella Perämeren alueella. Tästä kalastuksesta ei ole yhtä tarkkaa tietoa kuin ammattikalastuksesta, koska vapaa-ajan kalastuksen saaliita ei ole pakko ilmoittaa. Ajoittain tehdään saalistiedusteluja, joiden perusteella saalista ja kalastuksen laajuutta voi arvioida.

Suomen puolella harjoitetun vapaa-ajankalastuksen saalis oli Perämeren alueella runsas 600 tonnia vuonna 2002. Lähes puolet saaliista oli ahventa ja siikaa. Luvut olisivat huomattavasti suuremmat, jos Merenkurkun saaliit olisivat mukana. Ruotsin puolella oli helposti saatavilla tilastotietoja vain Perämeren ja Selkämeren yhteissaaliista. Fiskeriverket on laatimassa suunnitelmaa saalistietojen keräämiseksi niistä kalastusmuodoista, joita raportointivelvollisuus ei tällä hetkellä koske. Vanhahkon ruotsalaisen tiedustelun perusteella vapaa-ajankalastus tuotti suurimmat saaliit kaikilla muilla lajeilla paitsi lohella, siialla, silakalla ja muikulla. Kummassakin maassa vapaa-ajankalastus käsittää monentyyppisiä kalastusmenetelmiä. Maiden välinen saalisvertailu on vaikeaa, koska menetelmät eroavat toisistaan. Joka tapauksessa vapaa-ajan kalastuksella on Perämeressä tärkeä merkitys. Koska vapaa-ajan kalastus ja sivuammattikalastus ovat niinkin merkittäviä, vertailukelpoiset saalistiedot antaisivat arvokasta lisätietoa kantojen tilasta.

3.4.4 Ei-toivotut saaliit

Kalastuksessa ongelmana on usein se, että kohdelajien lisäksi pyynti kohdistuu myös ei-toivottuihin lajeihin. Perämeressä ja Merenkurkussa pyynnin yhteydessä saadaan usein hylkeitä. Ruotsin ammattikalastuksessa hylkeiden määrän arvioidaan vuonna 2001 olleen noin 100 harmaahyljettä ja 50 norppaa. Yhtä kattavaa selvitystä ei ole tehty Suomen puolella, mutta tiedot viittaavat siihen, että hylkeitä saadaan kalastuksen yhteydessä yhtä paljon.

Silakan ja muikunpyynnin yhteydessä saadaan sivusaaliina usein pientä kalaa, joka ei vielä ole saavuttanut sukukypsyyttä. Tämän välttämiseksi kokeillaan kalastamista sellaisilla valikoivilla pyydyksillä, joihin pienimmät kalat eivät jää. Alustavien tulosten perusteella näyttää siltä, että pyydysten auranruotimet toimivat paremmin kuin lajittelupaneelit.

3.4.5 Hylkeet ja kalastuksen vaikeutuminen

Hylkeet ovat kalastukselle kasvava haitta, koska ne kokevat ja vahingoittavat pyydyksiä ja pelottavat kaloja pois. Häirinnän kohteeksi joutuvat lähinnä kiinteät pyydykset, kuten loukut, rysät ja verkot. Hylkeistä enimmäkseen harmaahylje on aiheuttanut haittaa, mutta viime aikoina yhä enenevässä määrin myös norppa on ollut ongelmana. Haitat ovat kasvaneet sitä mukaa, kun hyljekanta on elpynyt. Perämeren rannikon ammattikalastus on joutunut kärsimään ehkä eniten, ja ongelma on taloudellisesti erittäin merkit-

tävä. Asiaa on tutkittu eniten Merenkurkussa, jossa Merenkurkun neuvoston ohjauksessa tehdyssä projektissa laadittiin harmaahylkeelle alueellinen toimenpide-ohjelma. Toimintaohjelmassa tarkastellaan harmaahyljettä myös luonnonvarana, ja se ehdottaa strategiaa hylkeen hyödyntämiseen ja erilaisten hyljetuotteiden kehittämiseen.

Hylkeisiin kohdistuvan pyynnin sekä kaloihin ja pyydyksiin kohdistuvien haittojen vähentämiseksi on testattu erikoisvalmisteisia pyydyksiä. Uusi pyyntiväline, ”push-up –rysä” eli hylkeenkestävä rysä on otettu yhä laajempaan käyttöön Ruotsin puolella. Sitä testattiin Suomen puolella Merenkurkussa vuosina 2002 ja 2003. Tulokset ovat olleet lupaavia. Rysä näyttää suojaavan hylkeiden aiheuttamilta vaurioilta, mutta silti kalastaa hyvin useita kalalajeja. Se on helppo kokea, ja se kestää virtauksia. Haittapuolena on kuitenkin kova hinta, eivätkä monetkaan ammattikalastajat sijoita mielellään varoja pyydykseen tilanteessa, jossa kalojen myynti saatetaan kieltää vuoden 2006 jälkeen. Syynä uhkaavaan kieltoon ovat kalojen korkeat dioksiinipitoisuudet, jotka ylittävät myytävälle kalalle sallitun raja-arvon. Suomen ja Ruotsin poikkeuslupa kalan myynnille päättyi vuonna 2006. Hylkeenkestävä rysä voisi kuitenkin ratkaista hyljehaitat tämän tyyppisissä pyydyksissä. Verkkokalastukselle ei vastaavaa ratkaisua ole aivan lähiaikoina luvassa.

3.4.6 Kalastuksen vaikutukset

Kalastusmuodoista pohjatroulaus saattaa vaikuttaa pohjaeläinten esiintymiseen ja elinolosuhteisiin. Perämeressä vaikutukset ovat todennäköisesti vähäisemmät kuin Ruotsin länsirannikolla, koska pohjille tiettävästi haitallisimpia troolityyppejä ei ole käytössä. Pohjatroulauksen vaikutuksia Perämeressä ei ole tarkemmin tutkittu.

3.5 Uusien lajien leviäminen

Jo nyt Perämeren alueelle on vakiintunut koko joukko uusia, alueelle luonnostaan vieraita lajeja. Näitä ovat esimerkiksi piisami *Ondatra zibethicus*, minkki *Mustela vison*, kanadanhanhi *Branta canadensis*, kyhmyjoutsen *Cygnus olor*, villasaksirapu *Eriocheir sinensis*, amerikansukasmato *Marenzelleria viridis* sekä vesirutto *Elodea canadensis*. Osa lajeista on niin tavallisia, että emme useinkaan muista niiden olevan tulokkaita. Suomenlahdessa ja Selkämeressä on sellaisia tulokaslajeja, joita odotetaan myös Merenkurkun pohjoispuolelle, esimerkkinä petovesikirppu *Cercopagis pengoi* ja vaeltajasimpukka *Dreissena polymorpha*. Useille Itämereen asettuneille lajeille Perämeren suolapitoisuus ja lämpötila voivat olla kuitenkin liian matalia.

Vieraiden lajien esteetön ja säätelemätön tuonti johtaa pahimmassa tapauksessa alkuperäisen lajiston ekologiseen epätasapainoon tai lajikoostumuksen muutoksiin laajalla alueella. Vieraat lajit voivat aiheuttaa kalastukselle huomattavaa taloudellista haittaa, ja joidenkin uusien lajien massaesiintymät voivat tukkia esimerkiksi teollisuuden vedensaannin. On olemassa myös riski sille, että paikalliset lajit kärsivät ja saattavat hävitä. Tämä vähentää biologista monimuotoisuutta.

Monet tulokaslajeista tuovat mukanaan tauteja ja loisia. Näistä osa uhkaa myös paikallisia lajeja. Erittäin haitalliseksi on *Aphanomyces astaci* –sienen aiheuttama rapurutto. Se on jokirapuun vaikuttava tauti, joka on kulkeutunut Eurooppaan todennäköisesti Pohjois-Amerikasta.

3.6 Tiivistelmä

- Rantojen hyödyntäminen uhkaa kasvavassa määrin Perämeren ympäristöä. Lähes 40 % mantereen rannoista on rakennettua, mikä on enemmän kuin Suomessa ja Ruotsissa keskimäärin. Suurin hyödyntämisaste on alueen eteläosissa.
- Voimakas maan kohoaminen johtaa ruoppauspaineisiin etenkin alavilla rannoilla sekä vene- ja laivaväylillä. Maan kohoaminen on kuitenkin luonnonilmiö, eikä sitä vastaan voi loputtomiin taistella ruoppaamalla.
- Rantojen hyödyntämistä säädellään lakisääteisen rantojensuojelun avulla. Erityisen arvokkaita luonnonarvoja käsittävät alueet suojellaan luonnonsuojelualueina tai erityisinä lintu- tai hyljesuojelualueina. Suurin osa luonnonsuojelualueista sisältyy eurooppalaiseen Natura 2000-verkostoon, johon tällä hetkellä kuuluu Perämerellä 100 aluetta. Näistä suurin osa on maa-alueita.
- Tietoa vedenalaisista ympäristöistä ei ole riittävästi. Tämä on tärkein syy sille, miksi vedenalaisia ympäristöjä on vain harvoin osoitettu erityisesti suojeltaviksi alueiksi, eikä niitä sisälly myöskään luonnonsuojelualueiden tai Natura 2000-alueiden suunnitelmiin.
- Toimenpiteet sulfidipitoisilla entisillä merenpohjilla lisäävät ajoittaista vesistöjen ja jokisuiden happamoitumista. Tiettyinä vuosina voi tapahtua kalojen massakuolemia, mikä on johtanut joidenkin kalalajien osuuden vähentymiseen kalastossa. Happamoituminen haittaa etenkin Suomenpuoleisen Perämeren eteläosia.
- Öljypäästöt eivät ole nykytilanteessa yhtä suuri ongelma Perämerellä kuin Itämeren eteläosissa, jonne raskas laivaliikenne keskittyy. Suuri onnettomuus Perämerellä voisi kuitenkin aiheuttaa todella haitallisia seurauksia. Merialue on lähes suljettu ja ekosysteemi erittäin herkkä. Lisäksi vaikeat jääolosuhteet voivat vaikeuttaa öljyntorjuntaa. Nykyisellään mahdollisuudet toimia nopeasti mahdollisen suuren öljyonnettomuuden kohdatessa ovat varsin rajatut. Joidenkin ennusteiden mukaan laivaliikenne tulee kasvamaan erityisesti Tornion ja Kemän väylillä.
- EU:n merenkulkujärjestö IMO on vuonna 2004 nimennyt Itämeren erityisen herkäksi merialueeksi. Tämä johtaa tiukempiin vaatimuksiin laivaliikenteessä. Esimerkiksi kaksoispohjat voivat tulla pakollisiksi.
- Suomen ja Ruotsin kansalliset tavoitteet tähtäävät tuulivoimatuotannon lisäämiseen. Tuulivoima on uusiutuvaa energiaa, ja sillä on paljon etuja, mutta myös sellaisia ympäristövaikutuksia, joista emme vielä tiedä. Perämeressä on laajoja matalia alueita, joiden ottamisesta tuulivoiman tuotantoon ollaan kiinnostuneita. Tällä hetkellä Perämerellä on 15 tuulivoimalaa, joissa on yhteensä 37 tuulimyllyä. Tulevaisuudessa saatetaan rakentaa suuria tuulivoimapuistoja. Ennen kuin tällaiselle toiminnalle saadaan lupa, on kuitenkin punnittava monia ympäristöön vaikuttavia seikkoja.
- Muikkukannat ovat olleet pitkään heikot, mutta ovat nyt elpymässä. Syitä kehitykseen löytyy niin kalastukseen liittyvistä toimenpiteistä kuin luonnollisista tekijöistä.
- Siikakannan tilasta on ristiriitaista tietoa. Jo pitkään havaittu keskikoon pienentyminen sekä saaliiden vähentyminen tiettyjen jokien suualueilla viittaavat vaellussiikakantojen heikkenemiseen.
- Luonnonlohen vaellukset sekä sen luontainen smolttituotanto ovat elpyneet 1990-luvun loppupuolelta lähtien. Tähän ovat vaikuttaneet M74-oireyhtymän vähentyminen sekä kalastuksen säätely. Etenkin suurissa joissa lohikantoihin kohdistuneet uhkat ovat vähenemässä, mutta pienet joet aiheuttavat edelleen huolta.
- Lisääntyneet hyljekannat näkyvät etenkin harmaahylkeiden ei-toivottuina saaliina kalastuksen yhteydessä. Kalastajille hylkeet aiheuttavat suuria haittoja, koska ne kokevat ja rikkovat pyydyksiä ja karkottavat kaloja.
- Meritaimenkannat ovat Perämerellä heikot. Useat kannat ovat hävinneet tai taantuneet niin, että ne ovat vain muutaman kutukalan varassa. Taimenia pyydetään paljon alamittaisina siianpyynnin yhteydessä. Tämä on vain yksi syy kantojen heikkoon tilaan.

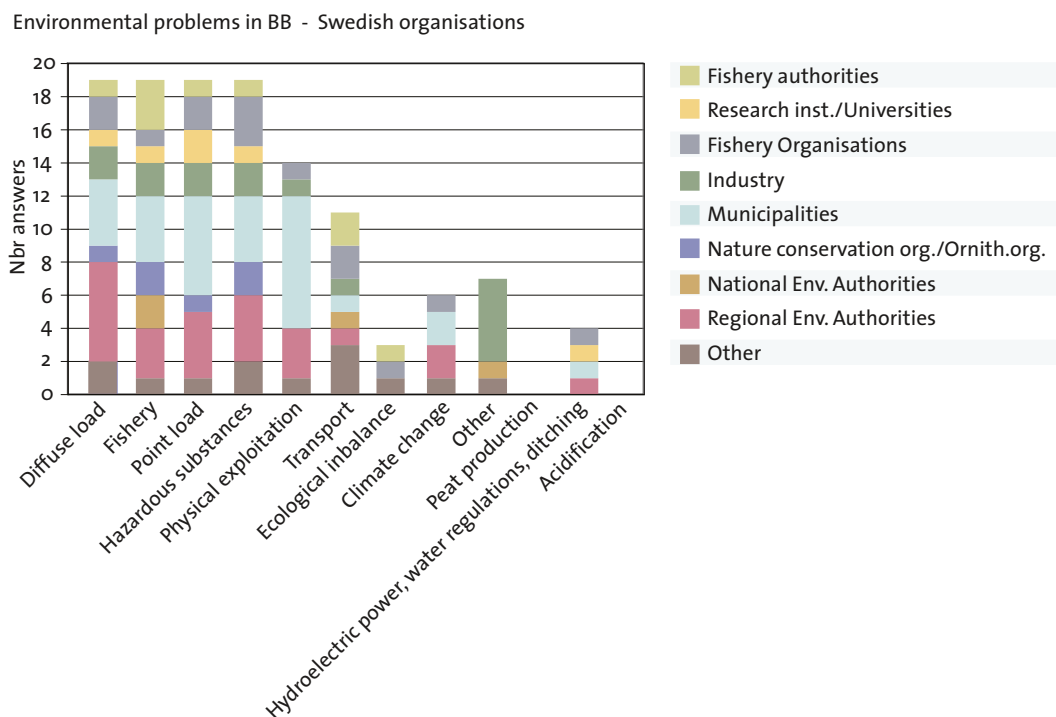
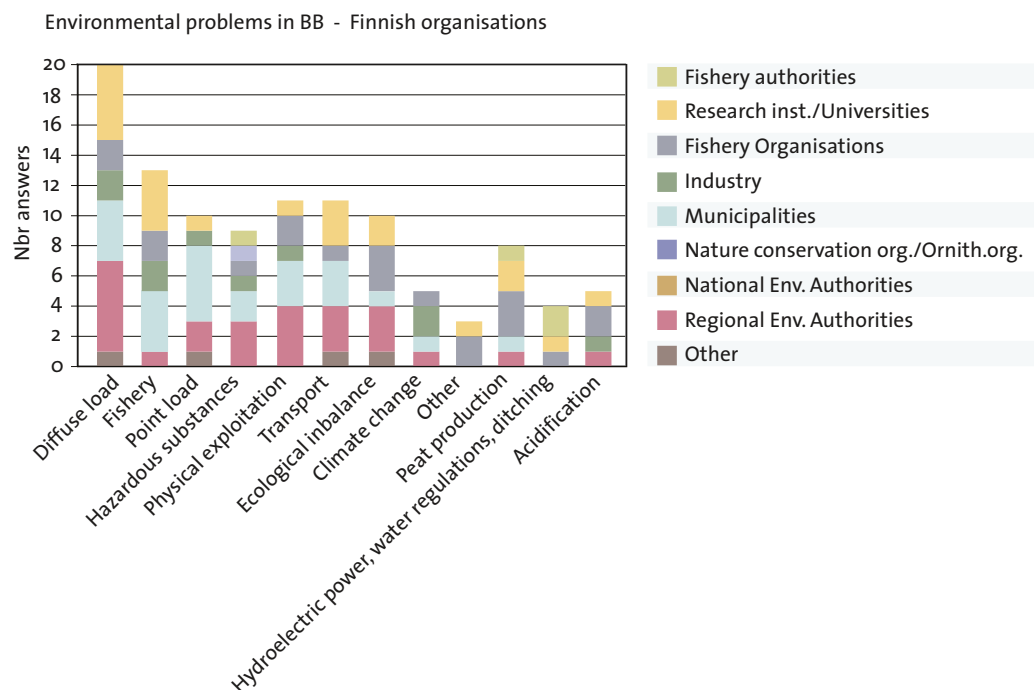
4 Ympäristöongelmien priorisointi

Perämeri Life –projektissa tehtiin keväällä 2003 kysely, joka koski muun muassa Perämeren ympäristöongelmia. Tärkeäksi ympäristöongelmaksi koettiin hajakuormitus, joka mainittiin useimmissa vastauksissa. Hajakuormituksen jälkeen yleisimmin otettiin esille kalat ja kalastus, pistekuormitus, luonnonvarojen hyödyntäminen ja merikuhjetukset.

Suomen puolelta tulleissa vastauksissa hajakuormitus koettiin selvästi muita yleisemmäksi ympäristöongelmaksi. Ruotsalaisten vastauksissa hajakuormitus, kalastus, pistekuormitus ja ympäristömyrkyt olivat yhtä yleisiä. Mikäli tarkastellaan ainoastaan ensiksi mainittua ympäristöongelmaa ja oletetaan, että tämä osoittaa tärkeysjärjestystä, oli maiden välinen ero vielä selvempi. Tämä osoittaa sitä, että hajakuormitus koetaan Suomen puolella tärkeimmäksi ympäristöongelmaksi, kun taas Ruotsin puolella mikään yksittäinen ongelma ei nouse toisten edelle. Kysely oli kuitenkin laadittu niin, että siihen tulleiden vastausten perusteella ympäristöongelmia on vaikea asettaa mihinkään järjestykseen.

Perämeren ympäristöongelmista keskusteltiin edelleen projektin tammikuussa 2004 Luulajassa järjestämässä työpajassa. Osallistujat olivat yhtä mieltä siitä, ettei rehevöityminen ole Perämeressä kokonaisuutena niin oleellinen ympäristöongelma kuin Itämeren eteläisemmissä osissa. Tämä on hieman ristiriidassa kyselyyn tulleiden vastausten kanssa. Niissä hajakuormitus, jolla yleensä tarkoitetaan ravinnekuormitusta, nousi selvästi esille ympäristöongelmana. Työpajassa oltiin sitä mieltä, että rehevöityminen on lähinnä paikallinen ilmiö sellaisilla rannikon läheisillä alueilla, joihin tulee ravinnepitoista vettä ja joilla veden vaihtuminen avomerellä on rajoittunut. Erityisen hankaliksi alueiksi mainittiin Vaasan, Kokkolan, Oulun ja Kemian edustat. Tämä käy yksiin kyselyyn tulleiden vastausten antaman kuvan kanssa, joka todennäköisesti viittaa valuma-alueeseen liittyviin ja enemmän paikallisiin ongelmiin kuin Perämereen kokonaisuutena. Kohonneet metallipitoisuudet on toinen Perämeren yleisesti tunnetuista ongelmista. Skellefteån sulatto mainittiin erityisesti, koska sillä on aiemmin ollut suuria tiettyjen metallien päästöjä. Myös muilla metallialan tehtailloilla on ollut vaikutusta metallien kuormitukseen esimerkiksi Luulajan, Tornion ja Raahen edustoilla. Edelleen Kuolan niemimaalta tuleva kuormitus otettiin esille, samoin kuin ”uusien yhdisteiden” kuormitus, joiden vaikutuksia ei vielä tunneta. Itämeren korkeat dioksiinipitoisuudet ovat ongelmallisia, koska vielä ei ole näyttöä pitoisuuksien pienentymisestä eliöissä. Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH) merkitys voi olla aliarvioitu, koska yhdisteet hajoavat suhteellisen nopeasti eliöissä. Pitoisuuksien kehitystä ei tämän vuoksi pystytä kovin hyvin seuraamaan. Öljypäästöt onnettomuuksien yhteydessä ovat potentiaalinen uhka. Tätä korostaa puutteellinen valmius laajaan öljyntorjuntaan. Ojitusten ja muun maankäytön aiheuttama happamoituminen koettiin lähinnä paikalliseksi tai alueelliseksi ongelmaksi, joka keskittyy etenkin Vaasa-Kokkola-alueelle. Maankäytön ja luonnonvarojen hyödyntämisen vaikutukset tunnetaan yleisellä tasolla hyvin, mutta niiden mitattavia vaikutuksia ei tunneta. Kalastusta käsiteltiin työpajassa vain yleisellä tasolla. Koillinen Perämeri ja Vaasan alue mainittiin erikseen, koska niillä kalastusta on huomattavasti runsaammin kuin muilla alueilla.

Ympäristöongelmien ratkaisemiseksi tarvittavista toimenpiteistä kerrotaan enemmän osassa 5 ”Kestävän kehityksen tavoitteet ja painopistealueet”.



Mitkä ovat Perämeren ympäristöongelmat? Perämeri Life kyselyyn tulleiden vastausten jakautuminen (hajakuormitus, kalastus, pistekuormitus, haitalliset aineet, alueiden käyttö, kuljetukset, ekologinen epäta-
sapaino, ilmaston muutos, muut, turvetuotanto, vesivoimarakentaminen/säännöstely/ojitukset, happa-
moituminen) Suomen (yllä) ja Ruotsin (alla) puolelta (kalaviranomaiset, tutkimuslaitokset, kalastajajär-
jestöt, teollisuus, kunnat, luonnonsuojelu/lintutieteelliset yhdistykset, kansalliset ympäristöviranomaiset,
alueelliset ympäristöviranomaiset, muut).

*Division of environmental problems between Finnish/Swedish organisations in the answers of the Bothnian
Bay Life questionnaire in 2003*

Perämeren ympäristöongelmat keväällä 2003 pidetyn Perämeri työpajan pohjalta.

Ympäristöongelma	Toimenpiteiden taso
Rehevöityminen	Alueellinen
Metallien kuormitus	Alueellinen - kansainvälinen
Dioksiinit	Kansainvälinen
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	Alueellinen - kansainvälinen
Muut ilmakehästä tulevat saasteet (orgaaniset aineet)	Kansainvälinen
Onnettomuudet, esimerkiksi öljy	Kansainvälinen
Hormonitoimintaa häiritsevät aineet	Alueellinen - kansainvälinen
Happamoituminen	Alueellinen - paikallinen
Käyttöpaineet, esimerkiksi loma-asutus, ojitukset	Alueellinen - paikallinen
Kalastus	Alueellinen

5 Tiedon puute

Perämeri Life –projektin asiantuntijoille ja alueen toimijoille suunnattuun kyselyyn tulleista vastauksista kävi ilmi, että tällä hetkellä ei ole tarpeeksi tietoa ympäristön luonnon-tilasta eikä eliöyhteisöistä. Esimerkiksi otettiin kalakannat. Tietoa kaivataan myös matalista merialueista ja suojelunarvoisista merellisistä ympäristöistä. Tutkimus on keskittynyt suurelta osin Itämeren eteläisemmille osille, mutta nimenomaan Perämerta koskevaa tietoa tarvitaan. Yleensä ottaen myös tieto syy-seuraussuhteesta on puutteellista. Lisää tutkimusta tarvitaan tiedon lisäämiseksi Perämeren merellisen ympäristön prosesseista.

Myös tiedon puutteesta keskusteltiin Luulajan työpajassa vuonna 2004. Massatehtaiden ja jätevedenpuhdistamoiden vaikutusalueiden kaloissa on todettu hormonaalisia häiriöitä, joiden todellisia syitä tai kaikkia vaikutuksiakaan ei vielä tunneta. Tutkimuksia on tehty pääasiassa muualla kuin Perämerellä. Hormonitoimintaan vaikuttavien yhdisteiden mahdollinen uhka Perämerellä tunnetaan huonosti. Meren biologinen monimuotoisuus saattaa vähentyä rehevöitymisen tai luonnonvarojen hyödyntämisen seurauksena. Tämän suuntaiset vaikutukset näkyvät Perämerellä etupäässä matalilla alueilla. Perämeren matalikoilta on huomattavasti vähemmän tutkimustietoa kuin Itämeren eteläosista. Siellä etenkin rakkolevä on ollut tutkimuksen kohteena, ja osoittautunut veden tilaa hyvin indikoivaksi ns. avainlajiksi. Rehevöitymisen vaikutuksia arvioitaessa tieto Perämeren ravinnetaseesta olisi tärkeä. Työpajassa otettiin esille puutteellinen tieto rannikon ja meren ja toisaalta Perämeren ja Selkämeren välisestä veden ja ravinteiden vaihtumisesta. Mittauksia on tehty vain vähän, mutta niiden tekeminen jatkossa koettiin tärkeäksi. Lisää tutkimuksia vaatii myös säännöstely ja sen aiheuttamat muutokset makean veden tulovirtaamassa. Perämeren mateella todettuihin lisääntymishäiriöihin on esitetty syyksi saasteita, loisia ja luonnollisia syitä, mutta perimmäinen syy on edelleen varmistamatta. Lisää tietoa tarvitaan myös tuulivoiman vaikutuksista, koska tuulivoimayksiköiden määrän kasvu on odotettavissa. Monessa suhteessa mielenkiintoisimpia ovat etäällä rannikosta sijaitsevat alueet, joita aiemmin ei ole juurikaan hyödynnetty.

Oheiseen taulukkoon on listattu tiedon puute perustuen kyselyyn tulleisiin vastauksiin, Perämeren ympäristöongelmien analyysiin sekä työpajassa vuonna 2004 käytyihin keskusteluihin.

Tiedon puute Perämerästä ja sen tilaa koskevissa asioissa. Asiat eivät ole tärkeysjärjestyksessä.

Ravinnetilanne

- Ravinnetilanne kokonaisuutena Ruotsin puolella Perämerästä
- Säännöstelyn vaikutus makean veden tulovirtaamaan Perämeressä, vaikutukset planktoniin ja yhteys kalantuotannon kanssa
- Ravinnebalanssi rannikon ja meren sekä Perämeren ja Selkämeren/Itämeren kanssa

Rantojen ja luonnonvarojen hyödyntäminen

- Kokonaiskuvan saaminen Perämeren alueella
- Tuulivoiman vaikutukset merellisen ympäristön biologiseen monimuotoisuuteen
- Vaellusesteiden vaikutukset kalakantoihin

Biologinen monimuotoisuus

- Suojelun arvoiset vedenalaiset ympäristöt (matalien lahtien monimuotoisuus, kalojen lisääntymisalueet, ulkomeren matalikkojen luonnonarvot)
- Syy valkokatkapopulaation taantumiseen Perämeren Ruotsin puoleisella alueella

Kalat

- Siikakannan tila
- Vapaa-ajankalastuksen tilastointi
- Ei-toivotun saaliin tilastointi Suomessa (esimerkkinä hylje)
- Syyt meritaimenen taantumiseen
- Rehevöitymisen ja happamoitumisen vaikutukset rannikkokalastukseen (etenkin Suomessa)
- Eri kalalajien elinkaaret, vaellusmallit, kutu- ja kasvualueet
- Lohen tuotantopotentiaali eri joissa. SAP-ohjelmassa käytettyjen tuotantolaskelmien arviointi eri joille
- Rasvaeväleikkausten käyttö suojelutoimenpiteenä
- Syy mateen lisääntymisongelmiin
- Syy silakan kuntokertoimen pienentymiseen

Ympäristömyrkyt

- Kerääntyvätkö ympäristömyrkyt arktisille alueille?
- Ojitusten ja muiden toimenpiteiden merkitys elohopean vapautumisessa maaperästä
- Dioksiinien lähteet ja leviämismekanismit
- PAH-yhdisteiden esiintyminen ja eliövaikutukset
- Bromattujen palonestoaineiden lähteet, leviämismekanismit ja esiintyminen sekä ajalliset suuntaukset
- TBT-yhdisteiden esiintyminen Perämeressä
- ”Uusien yhdisteiden” esiintyminen, jo tehtyjen tutkimusten yhteenveto
- Hormonitoimintaa häiritsevien yhdisteiden vaikutukset Perämeressä. Syy-seuraussuhteet.
- Antibioottien vaikutukset merellisessä ympäristössä
- Sekundääristen lähteiden osuus PCB-yhdisteiden leviämisessä
- Öljypäästöjen pitkäkestoiset vaikutukset, öljyntorjunta jääolosuhteissa
- Syy harmaahylkeen suolihaavaumien esiintymiseen

Muut

- Luonnontilaiset vertailuarvot eri muuttujille
- Luonnollisen stressin (pieni suolapitoisuus, ankarat talvet ym.) vaikutukset Perämeren kala- ja pohjaeläinyhteisöihin
- Jokien tuomien aineiden määrät, kasaantuminen, hajoaminen, metallien esiintyminen, humuksen merkitys jne.
- Luonnollisista syistä johtuva vaihtelu. Ympäristömyrkyjen ja/tai ravinnetilanteen ja/tai ilmaston muutosten eliövaikutukset ja niiden luokittelu (laboratorio/kenttäkokeet)
- Sulfidimaiden merkitys ja vaikutukset paikallisesti/alueellisesti
- Jääpeitteen merkitys aineiden kiertämisessä



OSA 4

Kohti yhdenmukista seuranta

Kohti yhdenmukaistettua seuranta

1 Ympäristön seuranta Perämerellä

Ympäristön tilan seurannan keskeinen periaate on säännöllinen tietojen tuottaminen luotettavilla ja vertailukelpoisilla menetelmillä. Seurannan kenttä on laaja, ja seurantaan harjoitettavia laitteita on useita. Perämeri Life -hankkeessa päähuomio on Perämeren alueen alueellisten ympäristökeskusten (Suomi) ja lääninhallitusten (Ruotsi) välisen yhteistyön ja tiedonvaihdon lisäämisessä sekä niiden toimenkuvaan liittyvien merellisen ympäristön seurantojen yhdenmukaistamisessa. Koska myös monet muut viranomaiset ja tutkimuslaitokset tekevät seuranta- ja tuottavat tietoa Perämeren tilasta, on yhteistyön laajentaminen keskeistä tulevaisuudessa.

Tässä raportissa yhdenmukaisella seurannalla tarkoitetaan sitä, että Perämeren tilasta ja siihen kohdistuvasta kuormituksesta voitaisiin yhdessä luoda kokonaiskuva eri seurantaohjelmien tulosten avulla. Tämä puolestaan edellyttää seurantaohjelmien yhtenäistämistä ja vaivatonta tietojen saantia sekä sujuvaa tiedonkulkua. Osana Perämeren toimintasuunnitelmaa on laadittu suositukset Perämeren yhdenmukaisen seurannan suuntaviivoiksi. Luvuissa 1 - 2 esitellään taustaksi maiden seurantaohjelmien välisiä eroja sekä EU:n vesipolitiikan puitteiden asettamia uusia vaatimuksia rannikkovesien seurannalle. Luvussa 3 käydään lyhyesti läpi maiden seurannassa havaittuja puutteita ja eroja, jotka ovat nousseet esille Perämeri Life -projektin kyselytutkimuksen ja seuranta-kokevan työpajan yhteydessä. Luvussa 4 on toimenpide-ehdotukset ympäristön seurannan ja tiedonkulun tehostamiseksi.

Seurannan avulla saadaan tietoa ympäristön nykytilasta. Mittausten kohteet määräytyvät erilaisten uhkakuvien, tiedontarpeen, ympäristötavoitteiden, ympäristölainsäädännön sekä kansainvälisten direktiivien ja sopimusten perusteella. Seurannan tulokset muodostavat perustan kansainvälisen raportoinnin ja ympäristön tilan virallisille tilastoille. Niitä hyödynnetään myös ympäristövaikutusten syiden ja mahdollisten toimenpiteiden arvioinnissa sekä ympäristölaatuvaikuteita, -normeja ja arviointiperusteita laadittaessa.

Ympäristölle haitallista toimintaa harjoittavilla eri alojen toimijoilla on lakisääteinen velvollisuus selvittää toimintansa ympäristövaikutukset. Tämä koskee esimerkiksi raskasta teollisuutta ja kunnallisia jätevedenpuhdistamoita. Tällaista ns. **velvoitetarkkailua** tehdään alueilla, joille kuormittava toiminta kohdistuu. Kuormituksen luonne ja määrä sekä luonnonolot vaikuttavat tarkkailuohjelmien sisältöön ja laajuuteen. Sen lisäksi, että velvoitetarkkailun avulla voidaan selvittää toiminnan vaikutuksia ja laajuutta, luo se perustan myös ympäristönsuojelutoimenpiteille.

1.1 Kansallinen ja alueellinen ympäristön seuranta

Ruotsissa päätökset resurssien jaosta valtion rahoittamalle ympäristön seurannalle tekee Naturvårdsverketin yhteydessä toimiva Miljömålsrådet. Naturvårdsverket vastaa kansallisen seurannan suunnittelusta ja toteuttamisesta. Ympäristön seurantaohjelma on jakautunut kansalliseen ja alueelliseen osaan. Kansallisen seurannan lisäksi Naturvårdsverket koordinoi myös lääninhallitusten toteuttamaa alueellista ympäristön seuranta-ohjelmaa. Seurannassa on kymmenen ohjelma-alue, joista Perämeren koskevat lähinnä ”Rannikko ja meri” sekä ”Ympäristömyrkyt”. Jokisuistojen seuranta kuuluu ”Makean veden” ohjelma-alueeseen.

Ohjelma-alueet koostuvat eri osaohjelmista, esimerkiksi ”Pehmeiden pohjien pohja-eläimistö” tai ”Intensiivinen avomeriseuranta”. Osaohjelmat puolestaan jakaantuvat tutkimusmalleihin, jotka antavat tutkimusten suunnittelua varten tietoa muun muassa muuttujista ja menetelmistä. Kansallisen seurannan näytteenotto ja analyysit teetetään korkeakouluilla, konsulttiyrityksillä, tutkimuslaitoksilla tai muilla kuin seurannasta vastuussa olevilla viranomaisilla. Perämerellä lähinnä Uumajan merentutkimuslaitos (UMF) ja osaksi myös Ruotsin meteorologinen ja hydrologinen instituutti (SMHI) keräävät merinäytteitä, ja Fiskeriverket vastaa kalatutkimuksista. Ruotsin Maatalousyliopisto (SLU) vastaa jokisuistojen seurannasta ja Luonnonhistoriallinen kansallismuseo (NRM) sekä Luonnonsuojeluyhdistys (SNF) hylkeiden ja merikotkien seurannasta. Lääninhallituksilla ei yleensä ole päävastuuta kenttätöistä. Seurannan tulokset raportoidaan kansallisille tietokantojen ylläpitäjille (*datavärd*), joiden tehtävänä on tietojen tallentaminen ja laadun varmistaminen sekä tiedon ylläpito ja sen luovuttaminen. Ruotsin kansalliset ja alueelliset seurantaohjelmat, niiden toteuttajat ja tietokantojen ylläpitäjät löytyvät liitteestä 9.

Suomessa ympäristöministeriö määrittelee ympäristöhallinnon seurannan tavoitteet ja strategiat sekä seuraa niiden toteutumista. Maa- ja metsätalousministeriö ohjaa alueellisia ympäristökeskuksia vesivarojen käyttöön ja hoitoon liittyvissä tehtävissä. Suomen ympäristökeskus (SYKE) koordinoi kansallista ympäristön seuranta. Alueelliset ympäristökeskukset toteuttavat alueillaan ympäristöhallinnon valtakunnallisia ohjelmia ja omia alueellisia seurantoja. Rannikkovesien laatua seurataan kahden eri ohjelman, intensiiviseurannan ja harvemmin tapahtuvan vedenlaadun kartoituksen avulla. Toisin kuin Ruotsissa, alueelliset ympäristöviranomaiset tekevät myös näytteenoton ja laboratorioanalyysit. Joissakin tapauksissa analyysit tehdään SYKE:n laboratoriossa. Lisäksi ympäristökeskukset ohjaavat ja valvovat vesistöihin liittyvien velvoitetarkkailujen toteutumista. Sekä SYKE että alueelliset ympäristökeskukset vastaavat omien seurantatulostensa raportoinnista. Tarkkailuvelvolliset laadittavat erilliset vuosiraportit velvoitetarkkailutuloksista. Merentutkimuslaitos (MTL) vastaa avomeren seurannasta. Avomeri- ja rannikkoseurannat on sovitettu yhteen, ja niitä koordinoi MTL:n ja SYKE:n yhteistyöryhmä. Luonnontieteellinen keskusmuseo seuraa merikotkia ja räyskiä yhdessä Maailman Luonnonsäätiön ja vapaaehtoisten kanssa, kun taas hyljeinventointien toteutus kuuluu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselle (RKTL). Suomen kansalliset ja alueelliset seurantaohjelmat, niiden toteuttajat ja tietokantojen ylläpitäjät löytyvät liitteestä 9.

Ruotsi ja Suomi pitävät yllä myös merellisiä informaatiokeskuksia ja portaaleja, joiden tavoitteena on tarjota ajankohtaista tietoa meren tilasta. Ruotsilla on kolme keskusta, joista Pohjanlahden informaatiokeskusta (ICBV) valvoo Västerbottenin lääninhallitus (<http://www.ac.lst.se/naturochmiljo/bottniskaviken-icbv/>). Keskuksen tehtävänä on tiedottaa nopeasti vastuussa oleville viranomaisille, järjestöille ja yleisölle, mikäli rannikko- tai merialueilla tapahtuu jotain odottamatonta. Tilanteet voivat liittyä esimerkiksi poikkeuksellisen suuriin levämääriin tai päästöihin. Havainnot voivat johtaa myös näytteenottoon ja analysointiin. ICBV toimii yhteistyössä UMF:n, SMHI:n, Valtion Eläinlääketieteellisen Laitoksen sekä Rannikkovartioston kanssa.

Suomessa Merentutkimuslaitos vastaa ajankohtaisen, Itämeren tilaa koskevan tiedon levittämisestä, esimerkkinä leväkukinnot. Sen ylläpitämästä Itämeri-portaalista (<http://www.fimr.fi/fi/itametikanta.html>) löytyy tietoa muun muassa levätilanteesta, uusimmista Itämeren koskevista raporteista sekä yleistä tietoa Itämerestä ja sen erityispiirteistä. SYKE ja alueelliset ympäristökeskukset tiedottavat ajankohtaisista rannikkovesi- tai lauantien Internet-sivuillaan. Ne myös seuraavat kesäisin levätilannetta yhteistyössä

MTL:n kanssa. Tulokset raportoidaan viikoittain ympäristökeskusten kotisivuilla sekä Itämeri-portaalissa. Yhteistyössä MTL:n kanssa vedenlaatua seurataan kesäisin myös automaattisten mittaussjärjestelmien avulla. Laitteistoja on asennettu matkustaja- ja rahtialuksiin. Perämeri Life -projekti on yhteistyössä Länsi-Suomen ympäristökeskuksen kanssa asentanut laitteiston Suomen Rajavartioston Turva-alueeseen, joka liikennöi Perämerellä ja Selkämerellä. Mittaustulokset ovat nähtävissä projektin ympäristötietokannasta (<http://www.ymparisto.fi/perameri>).

Suomen ja Ruotsin kansalliseen ja alueelliseen seurantaan liittyen Perämerellä seurataan vedenlaatua kaikkiaan 56 asemalla (ks. luvun 1.2 taulukko sekä muut mitattavat muuttujat luvusta 1.4). Valtaosalla asemista käydään 1 - 2 kertaa vuodessa, ja tarkoituksena on kartoittaa vedenlaatua lähinnä fysikaalis-kemiallisten parametrien avulla. Joillakin asemilla käydään usein (8 - 14 kertaa vuodessa) tai intensiivisesti (20 kertaa vuodessa). Ruotsi ylläpitää kansallista ja/tai alueellista seurantaan 13 asemalla, jotka ovat suurelta osin avomerellä. Asemilla käydään vaihtelevin väliajoin. Suomessa vedenlaadun seuranta-asemia on huomattavasti enemmän, kaikkiaan 41, joista suurin osa on kartoitusasemia. Asemat ovat rannikon lähellä lukuun ottamatta niitä kartoitusasemia, jotka kuuluvat Itämeren kansainväliseen COMBINE-ohjelmaan (*Cooperative Monitoring in the Baltic Marine Environment*). Ohjelmassa on muutamia asemia, joilla käydään vuosittain, mutta myös muilta asemilta kerättyjä näytteitä on analysoitu vaihtelevin välein. Jokien Perämereen kuljettamia ainevirtaamia seurataan 26 jokisuupisteellä.

1.2 Velvoitetarkkailu

Ruotsissa ympäristösäädös (1998:811, voimassa 1.1.1999 alkaen) velvoittaa ympäristölle haitallisen toiminnan harjoittajaa selvittämään toimintansa vaikutuksia luonnossa. Sen lisäksi, että suuret laitokset seuraavat kuormitustaan, niiden on laadittava sen tarkkailua varten velvoitetarkkailuohjelma yhteistyössä lääninhallituksen kanssa. Ohjelman laajuus sovitetaan yksittäisten toimintojen ympäristövaikutusten mukaan, ja ohjelmia tarkistetaan tarpeen mukaan. Kun useiden eri toiminnanharjoittajien kuormitus kohdistuu suurehkolle, suhteellisen rajatulle alueelle, voivat ne sopia yhdessä ns. yhteistarkkailusta. Yhteistarkkailun hyvä puoli on eri toimintojen kokonaisvaltainen tarkastelu ja sitä kautta kustannustehokkuus. Yhteistarkkailu mahdollistaa myös perusteellisemman ympäristön tilan arvioinnin. Yhteistarkkailuohjelmiin voivat osallistua kunnat ja teollisuuslaitokset. Perämeren Ruotsin puolella yhteistarkkailuohjelmia on Piitimen ja Uumajan edustalla. Näytteenoton ja analysoinnin hoitavat joko konsulttiyritykset ja ulkopuoliset laboratoriot tai toiminnanharjoittajat itse, jos heillä on akkreditoitu laboratorio.

Myös Suomessa lupavelvollisilla toiminnanharjoittajilla on lakisääteinen velvollisuus selvittää toimintansa ympäristövaikutukset. Tämän määrää ympäristönsuojelulaki (86/2000, voimassa 1.3.2000 alkaen). Toiminnanharjoittajan tulee tehdä yhteistyössä alueellisen ympäristökeskuksen kanssa velvoitetarkkailusuunnitelma, joka esittää lupahakemuksen yhteydessä. Ohjelma hyväksytään ympäristölupapäätöksessä tai alueellinen ympäristökeskus hyväksyy ohjelman erillispäätöksellä myöhemmin. Tarkkailuohjelmien sisältö ja laajuus vaihtelevat kuormituksen luonteen, määrän ja vastaanottavan vesistön ominaisuuksien mukaan. Akkreditoidut ja julkisen valvonnan alaiset konsulttiyritykset vastaavat yleensä näytteenotosta ja analysoinnista. Saman alueen toiminnanharjoittajilla on usein yhteinen tarkkailuohjelma. Yhteistarkkailuohjelmia on Kemin, Liminganlahden, Kuivaniemen, Oulun, Raahen, Pietarsaaren, Kokkolan ja Vaasan edustalla. Koillisella Perämerellä on kattava vesikemiallinen puiteohjelma,

jonka mukaan Kemin, Kuivaniemen, Oulun ja Raahen edustan velvoitetarkkailu on laadittu. Yhteistarkkailu kattaa tavallisesti kuuden vuoden ohjelmajakson. Velvoitetarkkailuohjelmien asemaverkosto jakaantuu tiheästi tarkkailtaviin asemiin ja alueellisiin kartoitusasemiin. Asemien sijainti sovitetaan yhteen ympäristöhallinnon seurannan kanssa. Raportoinnissa hyödynnetään myös ympäristöhallinnon seuranta-asemien tuloksia.

Perämerellä on yhteensä 163 velvoitetarkkailuasemaa. Niissä mitataan ennen kaikkea fysikaalis-kemiallisia parametreja. Ruotsin puolella tarkkailuohjelmia on Uumajan, Piitimen, Luulajan ja Kalixin edustalla, ja niihin kuuluu kaikkiaan 23 asemaa. Kukin ohjelma käsittää vain muutaman aseman. Enimmillään näillä käydään kuusi kertaa vuodessa. Byske-, Bure- ja Kågejokien suistoissa toteutetaan pienempiä ohjelmia, joissa näytteet haetaan vain kerran vuodessa. Suomessa velvoitetarkkailua toteutetaan huomattavasti laajemmalla alueella. Ohjelmia on meneillään 17, ja niihin kuuluu kaikkiaan 140 asemaa. Vaasan, Pietarsaaren ja Oulun edustan tarkkailuohjelmat ovat laajimmat. Suomessa tarkkailuohjelmiin sisältyy yksi tai useampi tiheän tarkkailun asema, mutta myös suuri määrä harvemmassa tarkkailussa olevia asemia. Näytteenotto keskittyy kesäkuukausille.

Kansallisen ja alueellisen fysikaalis-kemiallisen vedenlaatuseurannan sekä velvoitetarkkailun asemien lukumäärä Perämerellä 2000-luvun alussa. Jokisuuasemat eivät ole mukana. Huomaa ero harvemman seurannan aikaväleissä.

Kansallinen/alueellinen	Hyvin tiheä seuranta 15-20 krt/v	Tiheä seuranta 8-14 krt/v	Harvahko seuranta 3-7 krt/v	Hyvin harva seuranta/ kartoitus 1-2 krt/v	Yhteensä
Ruotsi	1	3	3	6	13
Suomi	5	-	-	36	41
Yhteiset asemat	-	-	-	2	2
Seuranta-asemat yhteensä	6	3	3	44	56
Velvoitetarkkailu	Hyvin tiheä tarkkailu 15-20 krt/v	Tiheä tarkkailu 8-14 krt/v	Harvahko tarkkailu 1-7 krt/v	Muutaman vuoden välein tapahtuva tarkkailu	Yhteensä
Ruotsi	-	-	23	-	23
Suomi	7	33	92	8	140
Tarkkailuasemat yhteensä	7	33	115	8	163
Ruotsi yhteensä 36	Suomi yhteensä 181	Yhteiset asemat 2	Asemia yhteensä 219		

1.3 Seurannan ohjeistus

Kansallisilla, merellisillä seurantaohjelmilla on vahva kansainvälinen tausta, ja niitä ohjaavat suurelta osin erilaiset maidenväliset sopimukset. Suomessa ja Ruotsissa noudatetaan yhteisiä, HELCOM:issa sovittuja suuntaviivoja. Meriseurannan käsikirja on julkaistu HELCOM:in suosituksessa 19/3.

Ruotsissa kansalliset seurannan suuntaviivat löytyvät ympäristön seurannan käsikirjasta, joka käsittää kansallisiin ohjelmiin kuuluvia tutkimusmalleja. Velvoitetarkkailua varten on Naturvårdsverketin vuonna 1986 julkaisema käsikirja, jota tosin tulisi korjata vuonna 2000 tehdyn arvioinnin perusteella. Vuonna 1999 julkaistua ohjeistoa ”Bedömningsgrunder för Kust och Hav” (Rannikon ja meren arviointiperusteet) käytetään rehevöitymismuuttujien, metallien, orgaanisten ympäristömyrkkujen sekä fyysisten häiriöiden arvioinnissa. Arviointiperusteet eivät kuitenkaan sovellu näkösyvyydelle Perämerellä, jossa on runsaasti humusta muihin merialueisiin verrattuna. Sama koskee makrofyyttejä, eli suurvesikasveja, koska arvioinnissa esitetään käytettäväksi lähinnä sellaisia lajeja, joita ei esiinny Merenkurkun pohjoispuolella.

Suomessa ympäristöministeriö on laatinut seurantastrategian vuoteen 2010 saakka. Kemikaaleista ja vaarallisista aineista on kerätty tietoa Suomen ympäristökeskuksen käsikirjaan, jonka uusin painos julkaistiin vuonna 2000. Menetelmiä vesibiologisia tutkimuksia varten on koottu vuonna 2004 julkaistuu käsikirjaan. Vesi- ja ympäristöhallitus julkaisi vedenlaadun luokittelua koskevat ohjeet vuonna 1988 sekä yleisohjeet velvoitetarkkailua varten vuonna 1992. Valtioneuvosto teki 26.4.2002 periaatepäätöksen toimista Itämeren suojelemiseksi. Suomen Itämeren suojeeluohjelmassa asetettiin tavoitteet Itämeren suojelulle ja määritettiin toimenpidealueet ja toimet, joilla tavoitteisiin pyritään. Osa toimista perustuu vesiensuojelun tavoiteohjelmaan 2005.

1.4 Mitattavat muuttujat

Fysikaalis-kemialliset muuttujat

Lämpötila, suolaisuus, happi ja pH kuuluvat tavallisesti vapaan veden asemien seurantaan. Humus, sameus, näkösyvyys ja väri ovat usein täydentäviä parametreja. Lisäksi kaikilla asemilla (ks. taulukko luvussa 1.2) mitataan kokonaisravinnepitoisuuksia (koko-naistyyppi ja -fosfori). Ravinteiden epäorgaanisia muotoja (nitriitti, nitraatti, ammonium, fosfaattifosfori) analysoidaan kaikilla muilla paitsi Kalixin, Luulajan ja Piitimen edustan sekä Byske-, Kåge- ja Burejokien suistojen velvoitetarkkailuasemilla. (s 147-150)

Pelagiaalin biologiset muuttujat

Vapaasta vedestä eli pelagiaalista mitataan usein a-klorofyllin pitoisuutta, joka ilmentää epäsuorasti levien määrää. Ruotsissa klorofyllia mitataan noin puolella asemista. Kasviplanktonia ja/tai eläinplanktonia sekä perus- ja bakteerituotantoa analysoidaan neljällä meriasemalla. Suomessa a-klorofylliä seurataan yli 90 %:lla asemista. Sitä mitataan niin velvoitetarkkailussa kuin rannikon kansallisessa seurannassa. Intensiiviasemilta otetaan klorofyllinäytteiden lisäksi kasviplanktonnäytteitä. Joillakin velvoitetarkkailualueilla voidaan lisäksi kerätä päällyskasvustonnäytteitä. MTL kerää kasvi- ja eläinplanktonnäytteitä Perämeren kahdelta pysyvältä seuranta-asemalta. Näytteitä kerätään vaihtelevasti myös muilta asemilta. Suomen ympäristöhallinnon seurantaohjelmiin ei kuulu perus- tai bakteerituotannon mittauksia. (s 151)

Perämeren seuranta-asemat (lkm), joilta mitataan vedestä biologisia parametreja. Näytteenottotiheys vaihtelee. Luvut suluissa ilmoittavat niiden asemien määrän, joilla mitataan fysikaalis-kemiallisia parametreja (ks. myös taulukko kappaleessa 1.2).

	A	C	F	AB	AF	ABF	ABDE	ACDE	ABCDE	Asemien määrä yhteensä	
Ruotsi kansallinen	3						1	1	2	7 (13)	A = a-klorofylli
Ruotsi tarkkailu	11									11 (23)	B = kasviplankton
Suomi kansallinen	36			5						41 (41)	C = eläinplankton
Suomi tarkkailu	83		2	16	29	3				133 (140)	D = perustuotanto
Yhteiset asemat		1								1 (2)	E = bakteerituotanto
Yhteensä	133	1	2	21	29	3	1	1	2	193 (219)	F = päällislevät

Pohjaeläimistö

Ruotsilla on kansallista ja/tai alueellista pohjaeläinseurantaa pitkin Itämeren rannikkoa. Alueista neljä sijaitsee Perämerellä ja kaksi Merenkurkussa. Rannikkoalueilla pohjanäyte otetaan 20 asemalta (alueellinen ohjelma) ja avomerellä 10 asemalta (kansallinen ohjelma). Suomessa ympäristöhallinnolla ei ole tällä hetkellä vastaavaa pohjaeläimistön kansallista seurantaohjelmaa Perämerellä, mutta sellaista ollaan suunnittelemassa. MTL ottaa pohjaeläinnäytteitä kolmelta seuranta-asemalta. Kasvillisuuskartoituksen yhteydessä otetaan myös pohjaeläinnäytteitä Perämeren kansallispuistosta koillisella Perämerellä sekä Merenkurkun suomenpuoleiselta alueelta. Yksittäistä pohjaeläinohjelmaa toteutetaan Ruotsin puolella Merenkurkkua, Holmön suojelualueella. Pohjaeläimistöä tutkitaan myös eräillä COMBINE-ohjelmaan kuuluvilla ulkomeren asemilla, mutta näytteenottotiheys vaihtelee. Pohjaeläimistön seuranta kuuluu yleisesti velvoitetarkkailuohjelmiin. Menetelmät ja näytteenottotiheys vaihtelevat eri ohjelmien välillä. (s 152)

Ympäristömyrkyt

Kansallisiin seuranta-ohjelmiin kuuluu raskasmetallien ja orgaanisten ympäristömyrkyjen analysointi yhteensä viiden Perämeren ja Merenkurkun seuranta-alueen kaloista. Ruotsissa analyysia tehdään vuosittain. Suomessa Perämeren seurantalajeina ovat ahven, hauki ja silakka, joista näytteet otetaan vuorovuosin. Seuranta-asemia on kaksi. MTL seuraa vuosittain silakoiden haitallisten aineiden pitoisuuksia Kokkolan edustalla. Pohjasedimentin ja veden ympäristömyrkyjä ei analysoida vuosittain, lukuun ottamatta raskasmetalleja, joiden pitoisuuksia analysoidaan mereen laskevista joista. Kartoitusluontoisia pohjasedimentin tutkimuksia tehdään koko Itämerellä. Viimeisin kartoitus tehtiin Perämerellä vuonna 2003. Ympäristömyrkytutkimuksia tehdään monilla velvoitetarkkailualueilla vaihtelevin aikavälein. Jatkuvaan tarkkailuun ne eivät kuulu. Ympäristömyrkyjä analysoidaan esimerkiksi Ruotsin Rönnskärsverkenin edustalla kotiloista ja Kokkolan edustalla kilkistä.

Selkämerellä käytetään valkokatkan lisääntymiseen liittyviä muuttujia ympäristömyrkyjen vaikutusten tutkimiseen osana kansallista seurantaa. Perämeri ei sisälly näihin tutkimuksiin. (s 153-154)

Vesikasvillisuus

Rannikkovesien kasvillisuutta on seurattu kansallisen ohjelman puitteissa Perämeren kansallispuiston Suomen alueella, Rahjan saaristossa ja Merenkurkun Rönnskärissä

vuodesta 1999 lähtien. Tutkimuksia ei ole tehty vuosittain. Joitakin eteläisempien alueiden ohjelmiin sisältyviä lajikohtaisia parametreja ei voida käyttää, koska kyseiset lajit eivät esiinny Perämerellä. Kasvillisuuskartoituksen yhteydessä analysoidaan myös fysikaalis-kemiallisia parametreja ja joissakin tapauksissa pohjaeläimistöä. Kasvillisuuskartoituksia tehdään muutaman vuoden välein Kokkolan ja Pietarsaaren edustan velvoitetarkkailualueilla. Ruotsin puolella kasvillisuuskartoituksia tehdään muutaman vuoden välein Holmön suojelualueella.

Biologiaan liittyvää seuranta, kuten kasvillisuuskartoituksia, tehdään yleensä muutaman vuoden välein. Osa tehdään pikemmin tutkimus- kuin seurantaohjelmien piiriin. Liitteessä 10 on muutamia esimerkkejä biologisista tutkimuksista, jotka eivät ole sisällyneet tarkasteltuihin seurantaohjelmiin. (s 155)

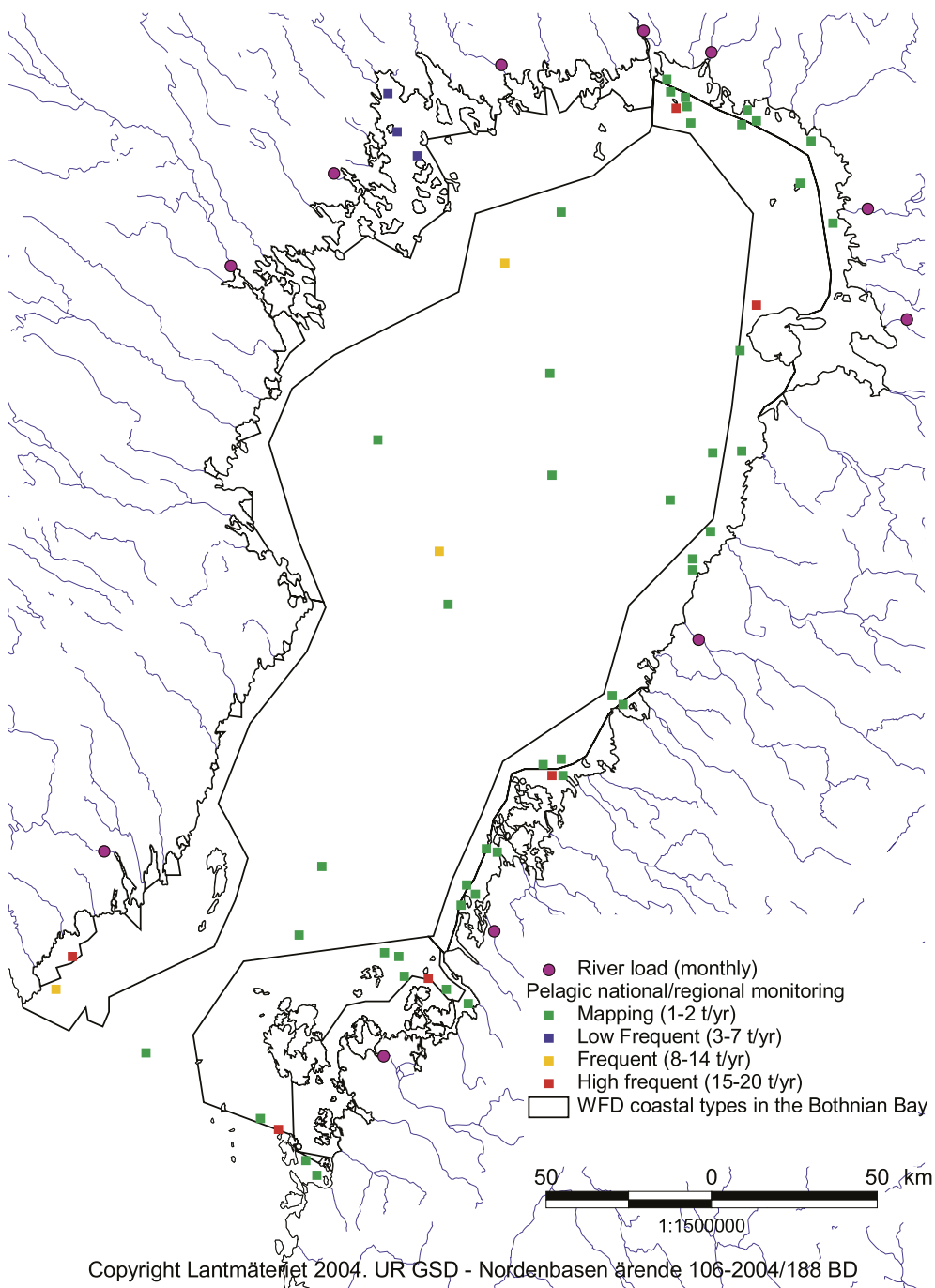
Kalat

Itämeren kalakantoja seurataan kansainvälisen vertailualueverkoston avulla, johon liittyy vuosittaisia koekalastuksia. Ruotsin puolella Perämeren koekalastuksia tehdään Holmössä ja Rånefjärdenissä. Koekalastuksen yhteydessä Holmöstä kerätään erikseen ahventa ja kivinilkkaa, joiden terveydentilaa arvioidaan muutamien biokemiallisten ja fysiologisten parametrien avulla. Tuloksia voidaan käyttää tausta-arvoina velvoitetarkkailualueilla käynnissä oleville samankaltaisille tutkimuksille. Suomen puolella Perämerellä ei ole valittu vertailualueita. Fiskeriverket ja RKTL tekevät vuosittain saalisennusteita sekä kaupallisesti tärkeiden lajien kanta-arvioita. Arvioinnit tehdään osaksi biologisten näytteiden perusteella (saalisnäytteet ja omat koekalastukset) ja osaksi saalistietojen perusteella. Arviointeja tehdään myös niille kalalajeille, joille ei ole määrätty saaliskiintiöitä. Suomessa RKTL ei tee varsinaisia koekalastuksia, mutta siianpoikasia nuotataan Perämerellä kaikkiaan kolmella alueella. Nuottauksilla saadaan käsitys vuosiluokkien koosta. Vuosittaisia kalataloustarkkailuja tehdään Vaasan, Pohjois-Vallgrundin, Pietarsaaren, Kokkolan, Raahen ja Oulun edustoilla sekä Liminganlahdella ja Kemi-Tornio -alueella. Menetelminä ovat lähinnä kalastuskirjanpito ja kalastustiedustelu. Myös verkkojen limoittumisesta ja kalojen käyttökelpoisuudesta kerätään tietoja. (s 155)

Muut biologiset selvitykset

Seurantoja ja seurannan kaltaista tiedonkeruuta tehdään useilla eri tahoilla. Keskeisiä seuranta- ja kartoitustiedon tuottajia ovat Metsähallitus, yliopistot, tutkimuslaitokset, luonnontieteelliset museot ja luontoharrastajat. RKTL ja Fiskeriverket seuraavat harmaahyljekantoja vuotuisilla laskennoilla. Suomessa hylkeiden määrät lasketaan suoraan ilmasta sekä ilmakuvien avulla. Ruotsissa hyljelaskennassa käytetään pääasiassa maalta tai veneestä tehtäviä välittömiä havaintoja. Vuonna 2004 hylkeiden ilmakuvaukset tehtiin osana kansainvälistä laskentaa koko Itämeren alueella Ruotsin, Suomen, Venäjän ja Viron välisenä yhteistyönä. Lintuharrastajat seuraavat linnustoa, ja linnuista erityisesti merikotkia ja niiden pesimismenestystä seurataan vuosittain. Holmön suojelualueella toteutetaan seurantaohjelmaa, jossa on mukana rannikon pesivät linnut ja pohjaeläimistö. Liitteen 10 esimerkeissä biologisista tutkimuksista on myös muihin biologisiin muuttujiin kohdistuvia tutkimuksia, jotka eivät sisälly tarkasteltuihin seurantaohjelmiin. (s 155)

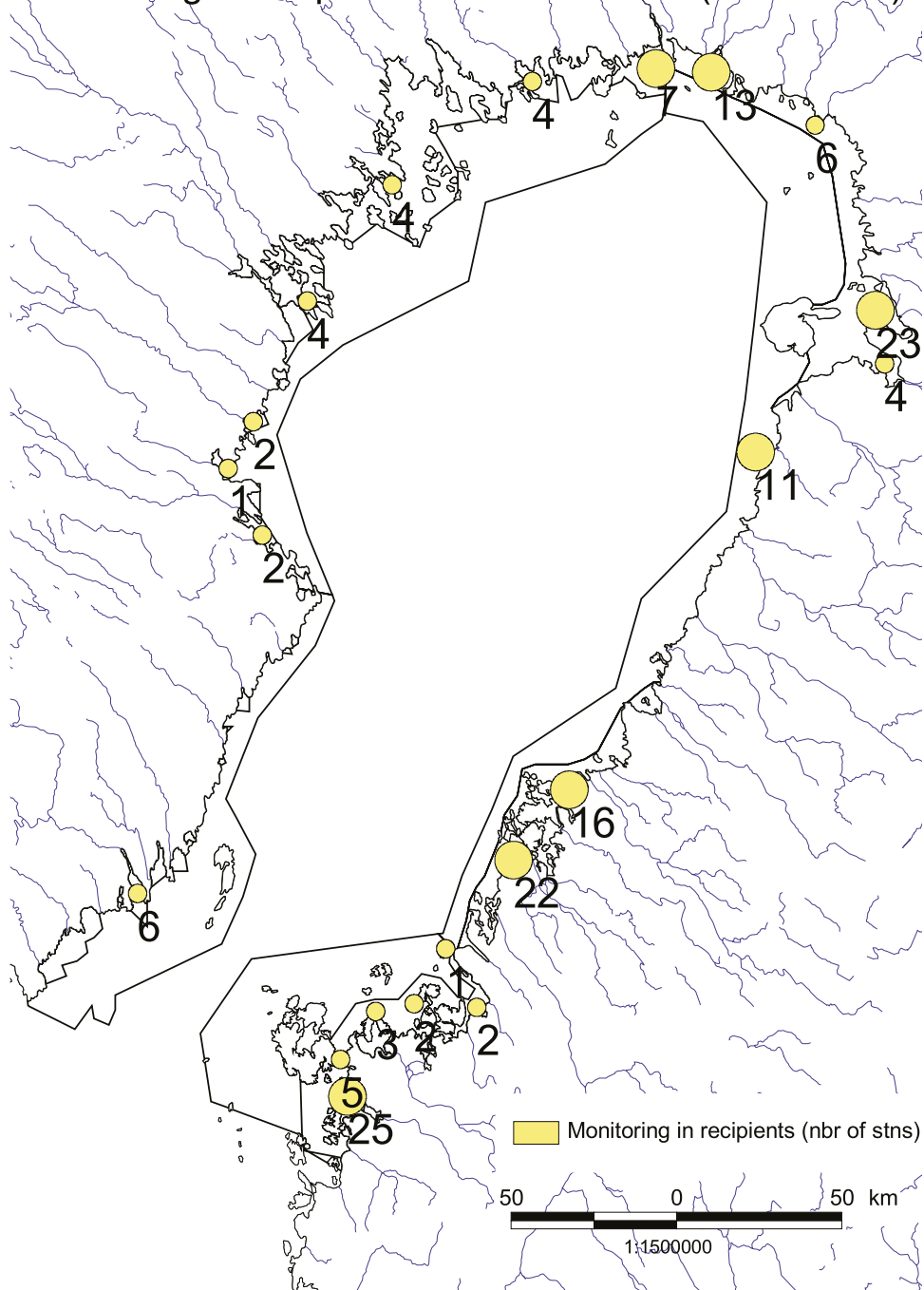
National physico-chemical monitoring (2000-2003)



1. Meren ja jokisuistojen (*river load*) fysikaalis-kemiallisten parametrien kansallinen ja alueellinen ympäristön seuranta (asemien sijainti sekä näytteenottotiheys krt/v; ks. myös luvun 1.2 taulukko). Mustat rajaukset osoittavat rannikkovesien jakautumista vesipuitedirektiivin mukaisiin rannikkovesityyppeihin (*WFD coastal types*, ks. luku 2.1)

National and regional monitoring (sampling frequency and nbr of locations) of physico-chemical variables in marine water and river mouths. Black lines represent the division into water types according to the Water Framework Directive.

Monitoring in recipients - nbr of stations (2000-2003)

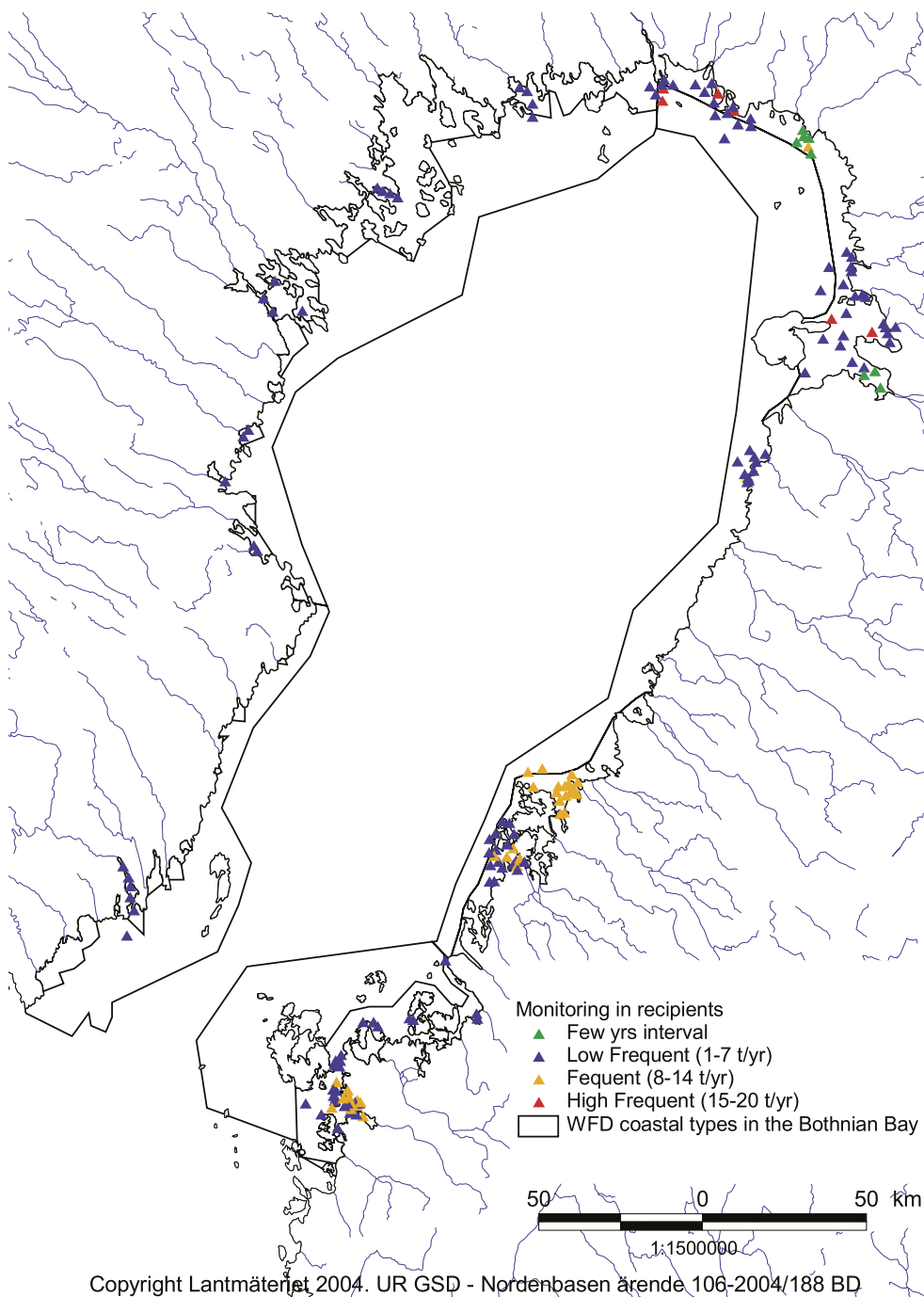


Copyright Lantmäteriet 2004. UR GSD - Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

2. Velvoitetarkailuasemien lukumäärä

Number of stations in recipient control programs.

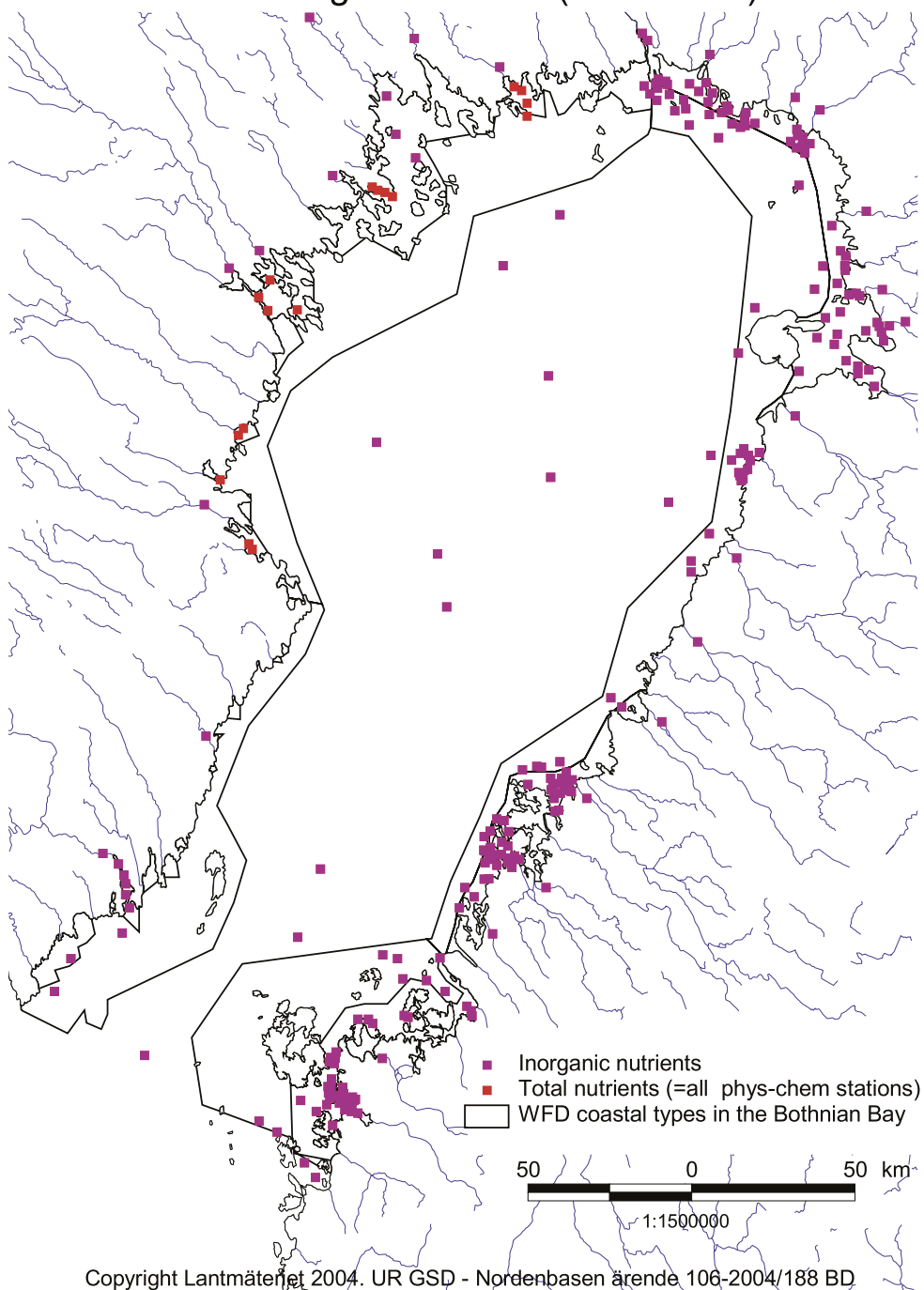
Physico-chemical monitoring in recipients (2000-2003)



3. Veden laadun fysikaalis-kemiallisen seurannan asemat ja näytteenottotiheydet velvoitetarkkailussa (ks. myös luvun 1.2 taulukko)

Frequency of physico-chemical monitoring in recipient control programs.

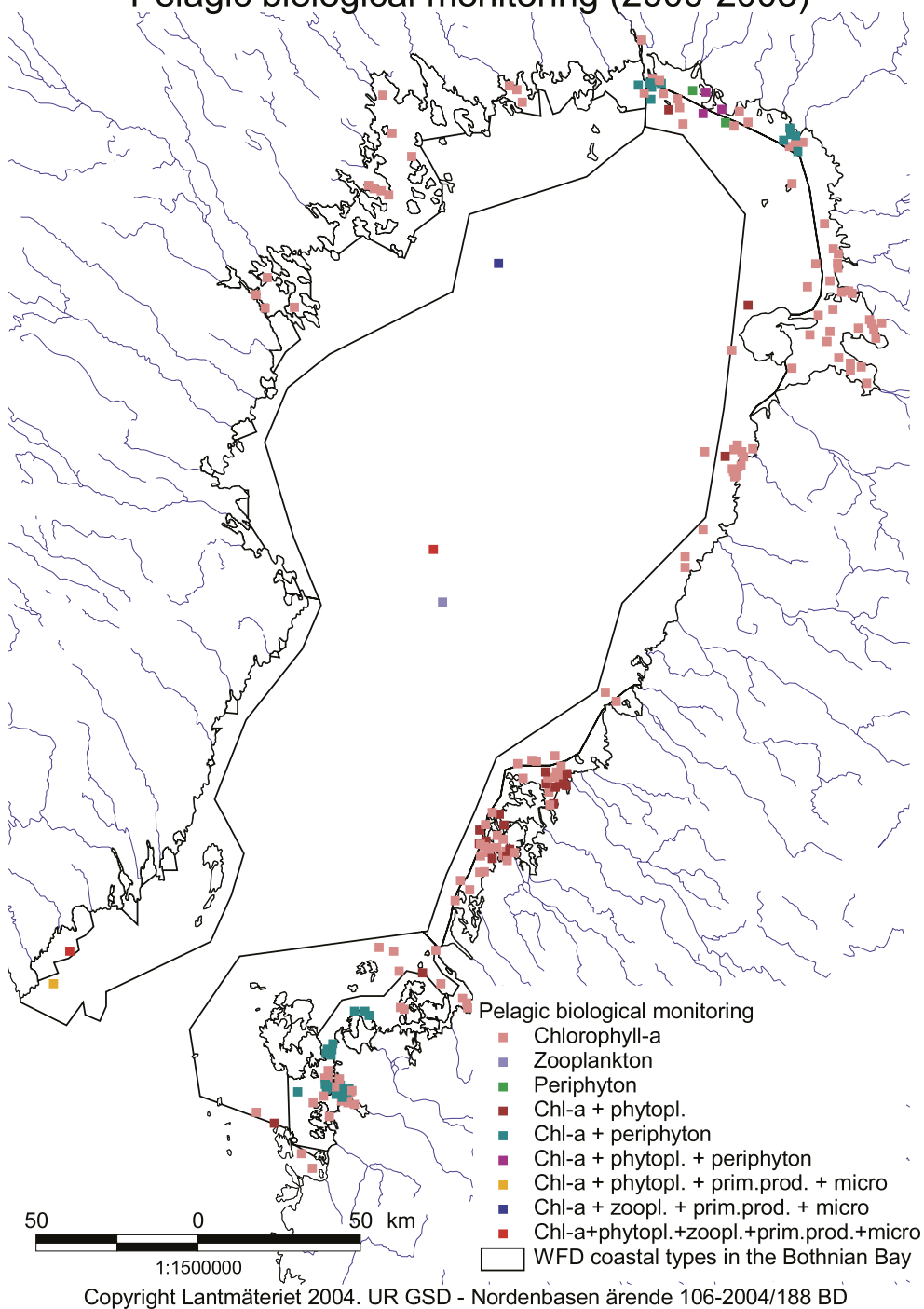
Monitoring of nutrients (2000-2003)



4. Ravinteiden (typpi, fosfori) seuranta kansallisissa ja alueellisissa seurantaohjelmissä sekä velvoitetarkkailussa. Asemilla, joilla tehdään epäorgaanisten ravinteiden analyyssejä (*inorganic* nutrients, nitriitti, nitraatti, ammonium, fosfaattifosfori), tehdään myös orgaanisten ravinteiden (*total nutrients*, kokonaisfosfori ja -typpi) analyysit.

Monitoring of nutrients (nitrogen, phosphorus) in national/regional monitoring programs and in recipient control. Stations with analysis of inorganic nutrients (nitrite, nitrate, ammonia, phosphate) include also the analysis of total nutrients (total nitrogen, -phosphorus).

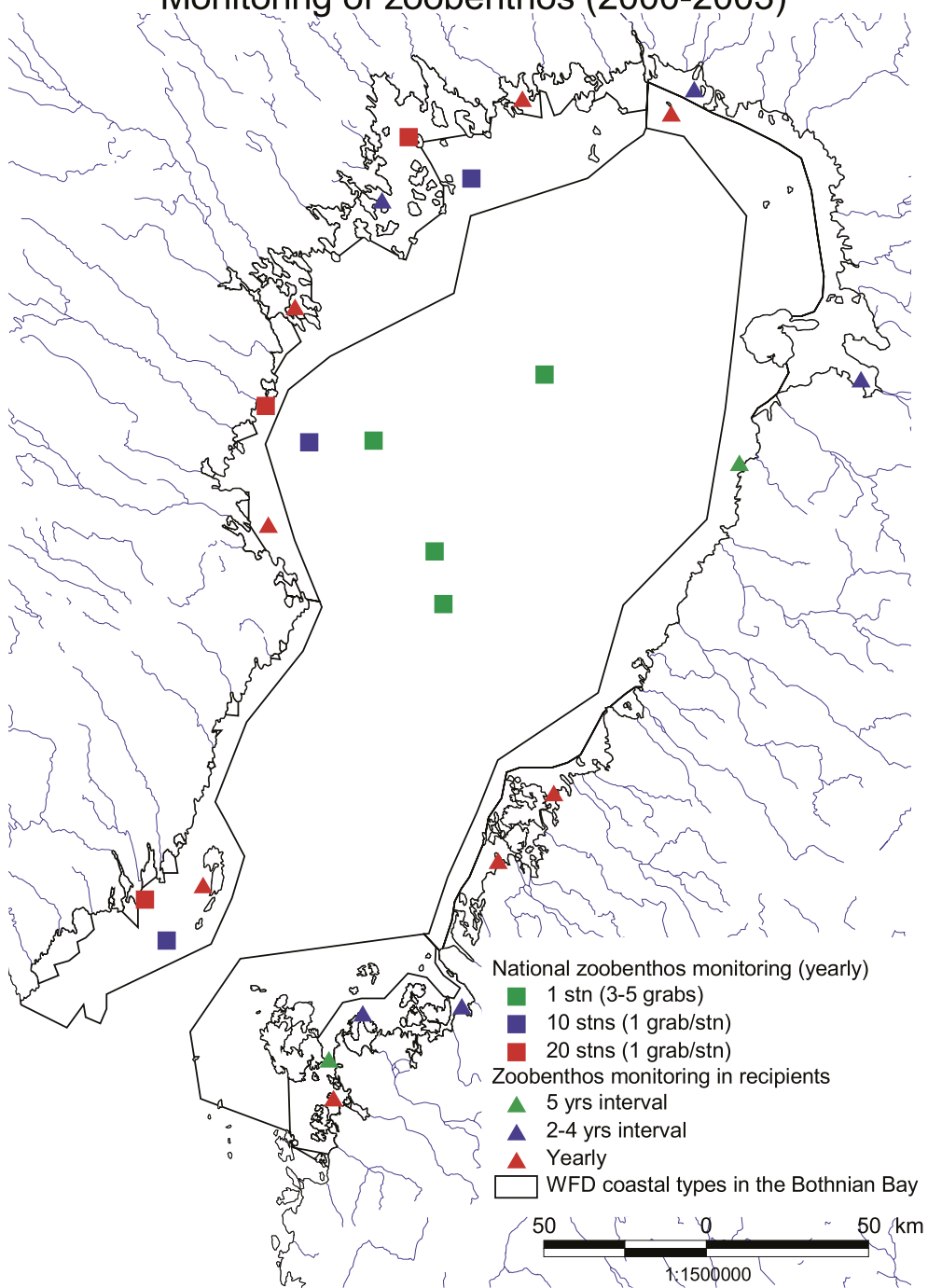
Pelagic biological monitoring (2000-2003)



5. Vapaan veden eli pelagiaalin biologisten parametrien seuranta kansallisissa ja alueellisissa ohjelmissa sekä velvoitetarkkailussa (a-klorofylli, eläinplankton, *periphyton* = päällykslevät; *phytoplankton* = kasviplankton, *prim.prod* = perustuotanto, *micro* = bakteerituotanto)

Monitoring of pelagic biological variables in national/regional monitoring and in recipient control.

Monitoring of zoobenthos (2000-2003)

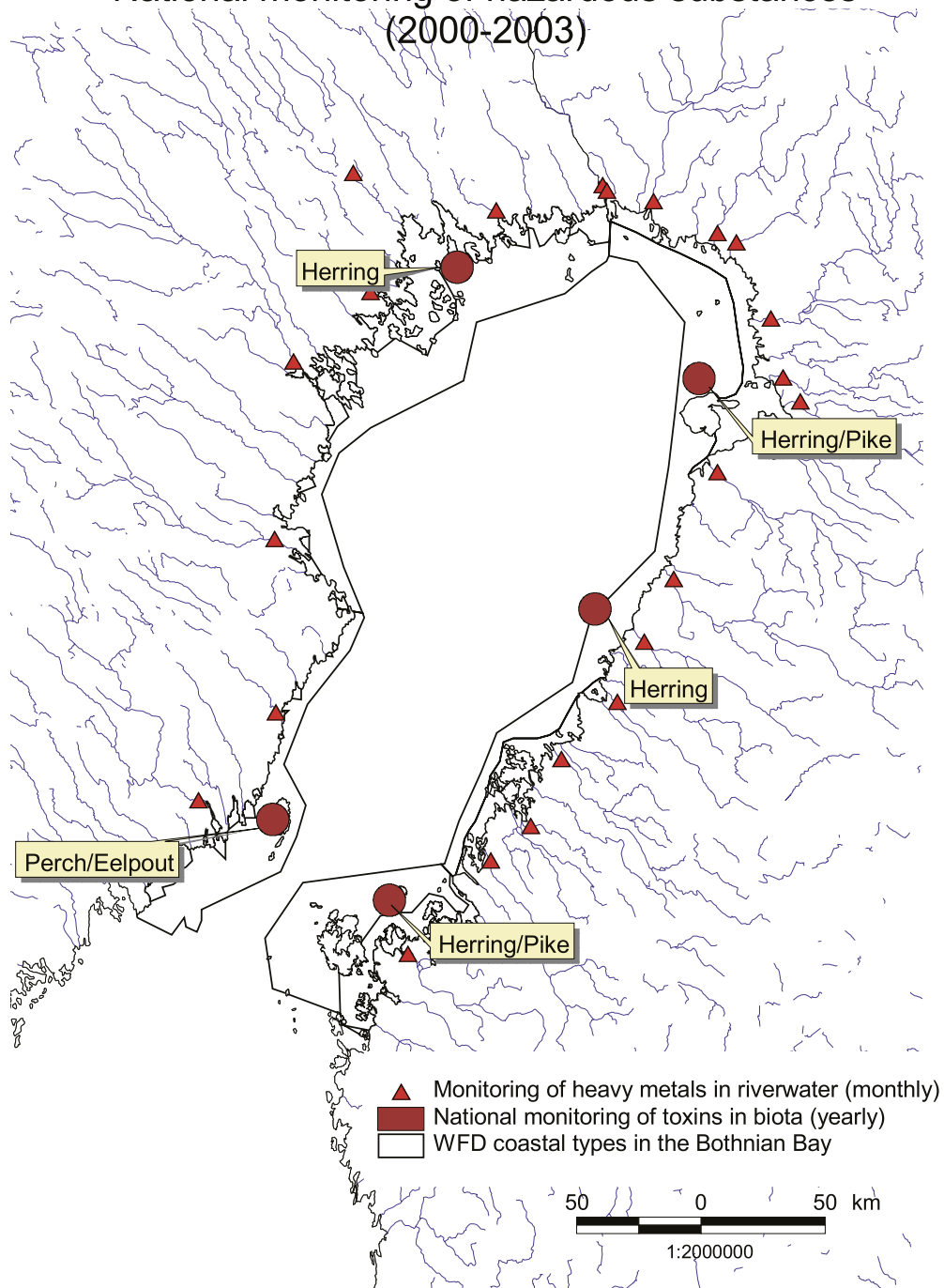


Copyright Lantmäteriet 2004. UR GSD - Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

6. Pohjaeläinseuranta kansallisissa ja alueellisissa ohjelmissa (*national*, asemien määrä sekä näytemäärät/ asema) sekä velvoitetarkkailussa (*recipients*, näytteenottovälit, v).

Monitoring of zoobenthos in national/regional programs and in recipient control (frequency, not including number of stations).

National monitoring of hazardous substances (2000-2003)

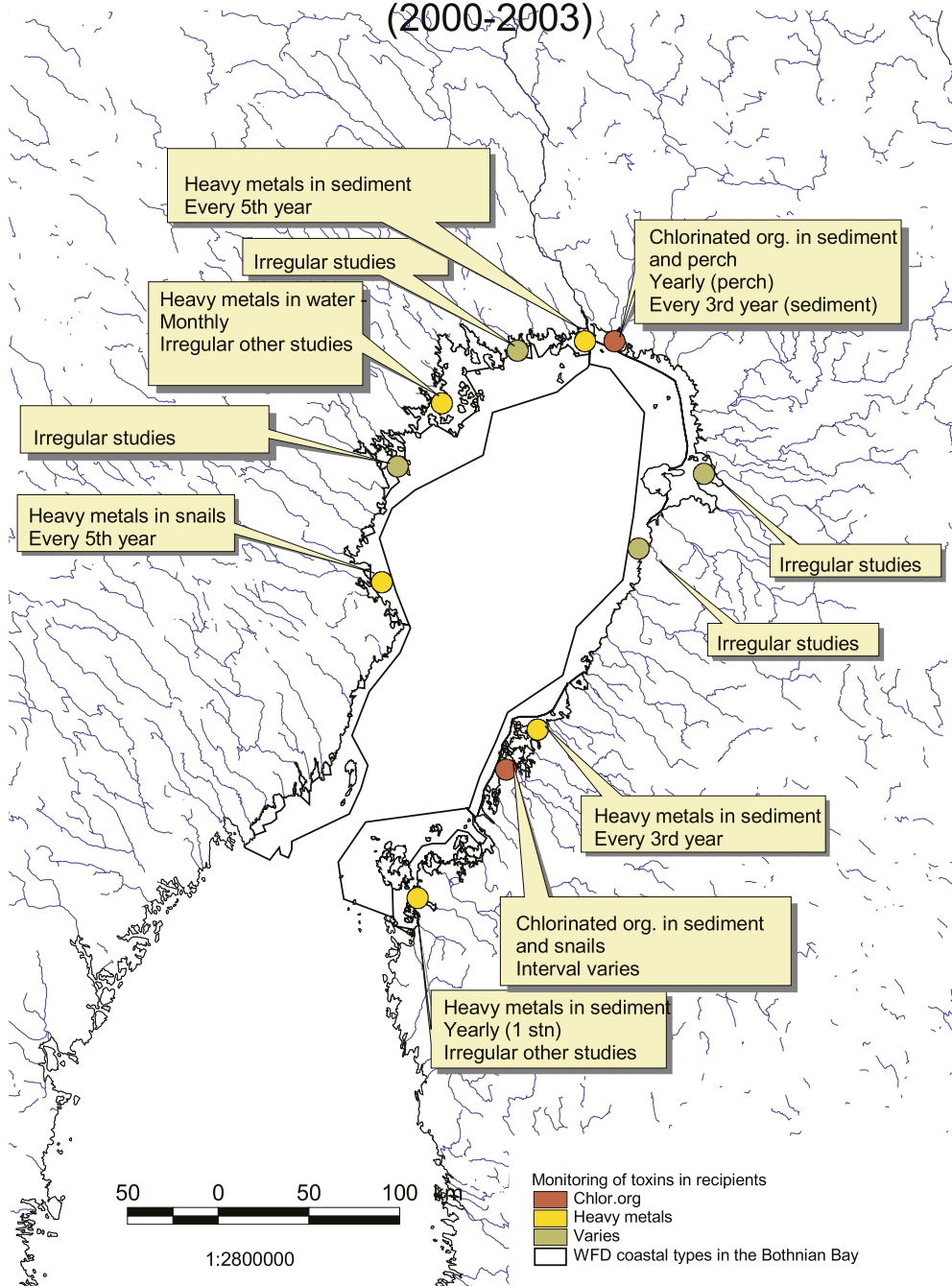


Copyright Lantmäteriet 2004. UR GSD - Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

7. Eliöstön ympäristömyrkyjen kansallinen seuranta (*national*) sekä metallien seuranta jokisuissa (*river water*)

National monitoring of hazardous substances in biota and monitoring of heavy metals in river water.

Monitoring of hazardous substances in recipients (2000-2003)

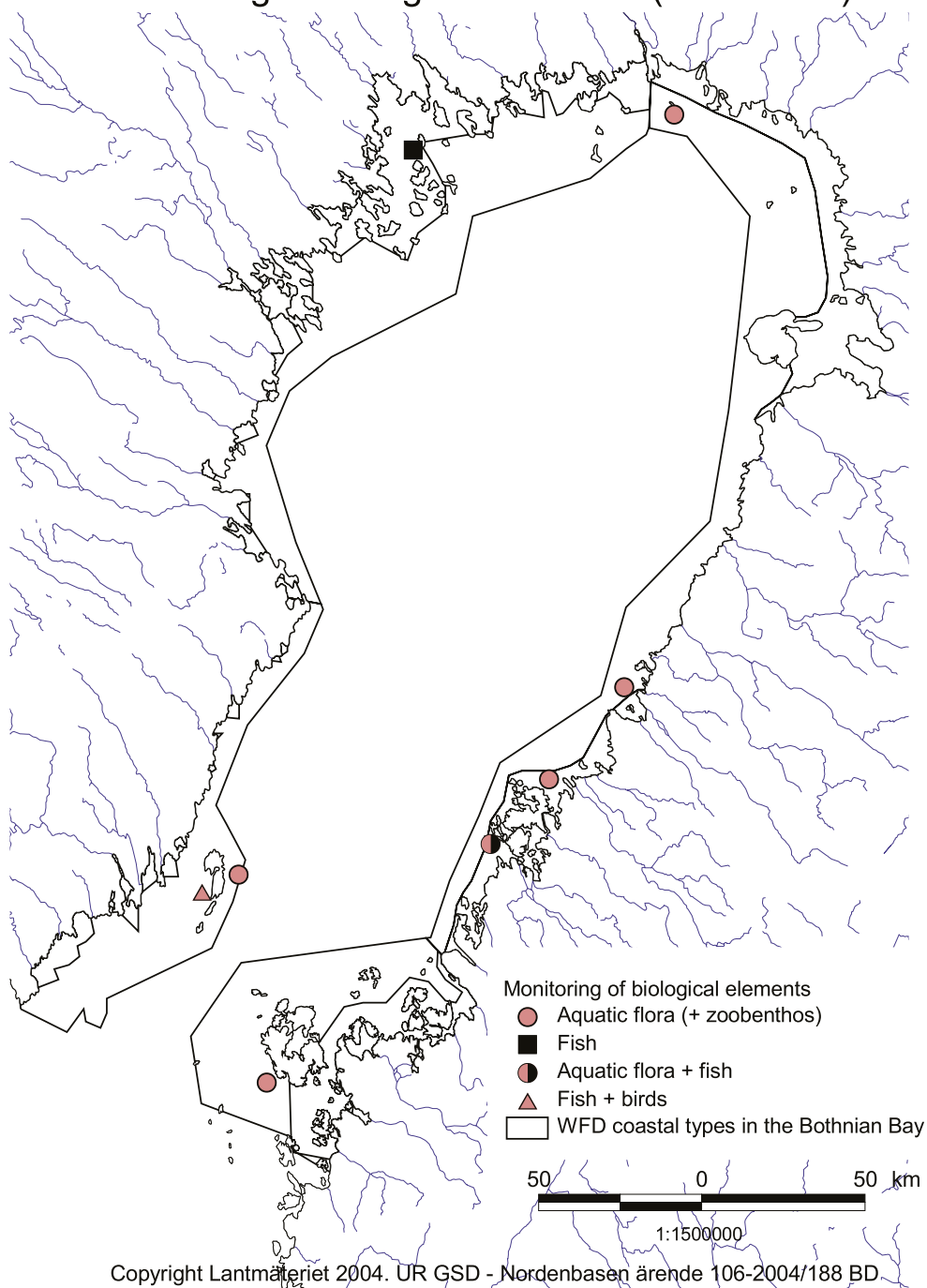


Copyright Lantmäteriet 2004. UR GSD - Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

8. Velvoitetarkkailuohjelmissa olevat ympäristömyrkkyjen tarkkailuasemat

Monitoring of hazardous substances in recipient control programs.

Monitoring of biological elements (2000-2003)



9. Vesikasvien (*aquatic flora*), lintujen (*birds*) ja kalojen (*fish*, ainoastaan koekalastus) seuranta kansallisissa ja alueellisissa ohjelmissa sekä velvoitetarkkailussa

Monitoring of aquatic flora, birds and fish (including only sampling with gillnets) in national/regional monitoring and in recipient control.

1.5 Seurantatiedon hallinta ja käyttö

Ruotsissa kaikkia merialueiden seurantatuloksia hallinnoivat eri tietokantojen ylläpitäjät (*datavård*). Sen lisäksi, että tietokantojen ylläpitäjät keräävät, arkistovat sekä tarkistavat omia ja muidenkin seurantatietoja, ne myös laativat tuloksista yhteenvetoja ja pitävät tietoa saatavilla Internetissä. Tietokantojen ylläpitovastuu on usein kansallisella tasolla. Lääninhallituksilla on Naturvårdsverketin ja tietokantojen ylläpitäjien sopimuksen mukaan vapaa pääsy kansalliseen seurantaan kuuluviin tietoihin.

Tietokantojen ylläpitäjät Ruotsissa:

Meriaineisto. SMHI vastaa meriaineistosta, joka kerätään SHARK-tietokantaan. Tietokantaan kuuluvat asemat esitellään Internetissä. Valittujen asemien aineiston voi ladata suoraan verkosta. Alueelliset asemat sekä harvassa seurannassa olevat kansalliset asemat eivät kuulu tämän toiminnan piiriin. Veden virtaamatietoa saa vain erityistilauksesta, ja tämä edellyttää erillistä sopimusta SMHI:n ja tilaajan välillä (http://www.smhi.se,oceanografiska_tjanster).

Meribiologinen aineisto. Tukholman yliopisto ylläpitää meribiologista tietoa sisältävää BIOMAD-tietokantaa. Yksityiskohtaista tietoa menetelmistä ja tietokantojen sisällöstä esitellään Internetissä englanniksi. Tietojen lataamiseen tarvitaan web-lomakkeen täyttäminen (<http://www2.ecology.su.se/dbbm/index.shtml>).

Ympäristömyrkyjä koskeva aineisto. Institutet för Vatten och Luftvårdsforskning (IVL) ylläpitää ilman ja eliöstön ympäristömyrkytiedostoa. Tietoa voi hakea rajoituksetta IVL:n tietokannasta (<http://www.ivl.se/miljo/db/>).

Kaloja koskeva aineisto. Fiskeriverket vastaa kalakannoista ja yhdennetystä kalaseurannasta kerätystä tiedosta. Tietoa koekalastuksista on koottu laitoksen kotisivuille. Fysiologisia tietoja varten vaaditaan erityinen tilaus (<http://fiskeriverket.se>).

Jokisuut ja suistot. Ruotsin maatalousyliopisto (SLU) ylläpitää makean veden seurantatietoa, johon kuuluvat myös jokisuiden ja suistojen asemat. SLU:n tietokannat ovat saatavilla rajoituksetta Internetistä. Tietoa voi ladata viimeistelemättömänä tai valmiiksi muokattuina kuvina (http://info1.ma.slu.se/ma/www_ma.acgi?Project?ID=StationsList&P=FLODMYNN).

Joidenkin Ruotsin laajojen yhteistarkkailuohjelmien tuloksia toimitetaan kansallisille tietokantojen ylläpitäjille. Perämerellä tehtävien tarkkailujen tulokset esitetään ensisijaisesti vuosittaisissa ympäristöraporteissa, jotka toimitetaan ympäristöviranomaisille. Velvoitetarkkailutietoja voidaan tallentaa joihinkin lääninhallitusten omiin tietokantoihin. Esimerkiksi Västerbottenissa velvoitetarkkailutulokset lähetetään lääninhallituksen DMN-tietokantaan. Norrbottenin lääninhallituksessa tietokanta on vielä kehitteillä.

Suomessa ympäristöhallinnon keräämää ja tuottamaa tietoa kootaan kansalliseen ympäristötietojärjestelmään, Herttaan. Järjestelmään kuuluu 22 eri tietokantaa ja rekisteriä, joissa on myös merta koskevaa tietoa. Näitä ovat muun muassa ”pintavesien tila” sekä ”kuormitus”. Eri laitosten kuormitus ilmaan ja veteen kerätään Vahti-tietokantaan. SYKE ylläpitää järjestelmää, mutta alueellisilla ympäristökeskuksilla on pääsy kaikkeen tietoon sekä vastuu oman alueensa tiedon syöttämisestä järjestelmään. Konsultit toimitavat vesistötarkkailun tulokset ympäristökeskuksiin, jotka siirtävät edelleen tiedon järjestelmään. Hertan extranet-palvelu on avattu kunnille, maakuntien liitoille ja ympäristöhallinnon ulkopuolisille yhteistyöasiakkaille kesäkuussa 2002. Ulkopuoliset asiakkaat pääsevät Herttaan käyttöliittymämaksua vastaan. Hertassa olevan VEPS-järjestelmän avulla voi laskea valuma-alueiden kokonaisravinnekuormituksia. Merta koskevia tietoja ei ole kerätty erityisiin meritietokantoihin, mutta tarvittaessa tiedon hakua Hertasta voi kohdentaa merialueelle. Tietojärjestelmistä voi myös tilata tietoja omaan käyttöön. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmien ja aineistojen kuvaukset sekä infor-

maatiota tiedon tilaamisesta, myynnistä ja käyttöoikeuksista on ympäristöhallinnon Internet-sivuilla.

Merentutkimuslaitos kerää tietoa omista mittauksistaan Itämeritietokantaan, joka on liitetty Itämeri-portaaliin. Riista- ja kalantutkimuslaitos vastaa kansallisesta ammatti- ja vapaa-ajan kalastuksen tietokannasta. Ammattikalastajat raportoivat saalistiedot vuosittain tietokantaan toimitettaviksi. Tietokannasta saadaan saalistieto joko maan kokonaissaaliina tai saalisruuduittain. Vapaa-ajan kalastuksen tiedot päivitetään joka toinen vuosi. Ne kerätään puhelimitse tai postitse. Suomessa tutkimustuloksia rannikon pehmeiden pohjien pohjaeläimistöä on kerätty tietokantaan vuodesta 1990 eteenpäin. Tietokanta kattaa velvoite- ja seurantaohjelmien sekä erillisten tutkimushankkeiden ja opinnäytetöiden tuloksia.

1.6 Seurantatiedon raportointi ja tiedottaminen

Tietoa seurantaohjelmista sekä menetelmistä löytyy Ruotsissa osin Naturvårdsverketin, osin tietokantojen ylläpitäjien ja seurannan toteuttajien kotisivuilta. Tiedot ovat valitettavan usein puutteellisia ja vaihtelevat eri Internetsivujen välillä, mikä on sekavaa ja voi johtaa virheellisen tiedon leviämiseen. Esimerkiksi samalla asemalla voi olla eri nimiä riippuen siitä, mistä tieto on peräisin.

Ruotsin kansallisen ympäristön seurannan Pohjanlahtea koskevat tulokset esitellään vuosittain helposti ymmärrettävässä muodossa Bottniska viken -julkaisussa. Ennen raportin julkistamista seurannan toteuttajien ja lääninhallitusten edustajat kokoontuvat Pohjanlahti-seminaariin. Seminaarissa tehdään yhteenveto kuluneesta vuodesta ja samalla keskustellaan tuloksista. Raportissa käsitellään vain kansallisen merta koskevan seurannan tuloksia. Suuri osa rannikkoalueista jää tämän vuoksi käsittelemättä. Naturvårdsverket ja yksittäiset seurannan toteuttajat julkaisevat teemaraportteja ja muita tutkimuksia. Raportit on listattu Naturvårdsverketin ja seurannan toteuttajien Internetsivuille. Tulokset lääninhallitusten vetämistä alueellisista tutkimuksista voivat olla vaikeasti saatavilla, koska yhteenvetoja ei ole kytketty kansalliseen seurantaan. Tulosten levittäminen riippuu lääninhallitusten aktiivisuudesta. Lääninhallitusten raportit löytyvät niiden kotisivuilta sekä Naturvårdsverketin kotisivujen linkkien kautta. Toiminnanharjoittajat kokoavat omat velvoitetarkkailutuloksensa vuosittaisiin ympäristöraportteihin. Raportit toimitetaan ympäristöviranomaisille, eikä niitä yleensä käytetä kansallisella tasolla, kun arvioidaan Ruotsin rannikkoalueen ympäristön tilaa.

Tulokset Suomen rannikkovesien seurannasta kootaan muutaman vuoden välein kansalliseen raporttiin. Tuorein raportti kuvaa Suomen rannikon tilaa 1990-luvulla. Näissä koosteissa seurannan ja velvoitetarkkailujen tuloksia käsitellään laajemmin kuin Ruotsin puolella. Myös lyhyempiä vuosiraportteja julkaistaan. Suomen ympäristökeskus julkaisee joka kolmas vuosi ympäristömyrkyseurannan tulokset. Yhteistarkkailujen tulokset kootaan vuosittain suppeiksi raporteiksi. Laajempi arviointiraportti tehdään kerran ohjelmakauden aikana.

Ruotsissa tietokantojen ylläpitäjät ja Suomessa SYKE ja MTL toimittavat kansallisen seurantatiedon Kansainväliselle Merentutkimusneuvostolle (ICES), joka toimii hydrografisten, hydrokemiallisten ja biologisten tietojen kansainvälisen tason haltijana. ICES:ille toimitettavia kansallisen seurannan tuloksia käytetään yhdessä muiden tutkimustulosten kanssa kansainvälisessä raportoinnissa. Joka viides vuosi ilmestyy HELCOM:in Itämeren tilaa koskeva raportti. Toimintasuunnitelmaa laadittaessa käytössä oli vuosia 1994 - 1998 koskeva raportti. Uusi raportti valmistui vuoden 2004 aikana. Ennen ympäristöministerien kokousta vuonna 2003 tilanne päivitettiin vuoteen 2002 asti (The Baltic Marine Environment 1999 - 2002).

1.7 Uutta ympäristön seurannassa

Ruotsin kansallinen ympäristön seuranta on arvioitu vuoden 2003 aikana, ja lääninhal- litukset ovat laatineet uusia alueellisia seurantaohjelmia. Uudet ohjelmat ovat voimassa vuoteen 2006 saakka. Uudessa kansallisessa ympäristön seurantaohjelmassa ei esitetä lisäyksiä Perämeren seurantaan. Vuonna 2003 Perämerellä kuitenkin toteutettiin pohjasedimenttitutkimus osana yhdessä muutaman muun Itämeren valtion kanssa tehtyä kaikkien merialtaiden kansallista tutkimusta. Analyysien perusteella arvioidaan muun muassa EU:n prioriteettiaineiden esiintymistä Itämeren pohjasedimenteissä. Tavoitteena on verrata pitoisuuksia samoilla alueilla tasaisin väliajoin joka 5. tai joka 10. vuosi. Säännöllisesti toistuvan eliöiden ympäristömyrkyohjelman lisäksi on vuosina 2000 - 2002 tehty muiden aineiden kartoitusluonteisia tutkimuksia (fenolit, PAH-yhdisteet, klooribentseeni, ftalaatit ja hyönteismyrkyt). Vuosina 2000 - 2002 on tutkittu myös dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden määriä kaloissa. Vuodesta 2002 lähtien on ollut käynnissä projekti ” Strategia Pohjanlahden rannikkokalojen kansalliseksi/ alueelliseksi seurantaohjelmaksi”. Tavoitteena on kehittää rannikkokalojen seurantaa ja mahdollisesti ottaa käyttöön uusia menetelmiä, joilla saadaan tarkempaa lajistotietoa. Projektissa on vuonna 2004 testattu uutta koekalastusalueutta Västerbottenin Kinn- bäcksfjärdenissa. Koekalastuksia jatkettaneen seuraavan vuoden aikana.

Aoveden seuranta luoteisen Perämeren Rånefjärdenissä laajentuu vuodesta 2004 lähtien kattamaan myös talvisen näytteenoton sekä kesäkuukausina tehtävän kasviplanktonseurannan. Kartoitusluontoinen ympäristömyrkyjen seuranta aloitetaan vuonna 2004. Se käsittää silakan orgaanisten ympäristömyrkyjen pitoisuudet kahdella alueella (Haaparanta ja Piitime) sekä ahvenen metallipitoisuudet kolmella alueella (Haaparanta, Råneå ja Piitime). Sen lisäksi aiemmin toteutettua tutkimusta pohjasedi- menttien ympäristömyrkyistä (1992) jatketaan vuodesta 2006 lähtien aiempaa kartoi- tusta suppeampana. Norrbottenissa jatkuu rannikon velvoitetarkkailuohjelmien yhdis- täminen.

Suomessa nykyinen kansallinen seurantaohjelma on laadittu vuosille 2003 - 2005. Seurantajakson aikana on käynnistetty lukuisia vesipolitiikan puitedirektiiviin liittyviä tutkimus- ja kehittämishankkeita. Eri hankkeista saatuja tuloksia kootaan parhaillaan ekologisen luokittelun ja seurannan suunnittelun pohjaksi. Myös pohjaeläinten kansal- lista seurantaohjelmaa rannikkovesissä valmistellaan. Laajemmin vesipuitedirektiivin edellyttämä biologisten määritysten lisääminen seurantaohjelmiin näkyy vuonna 2005 laadittavassa uudessa valtakunnallisessa seurantaohjelmassa. Samoin velvoitetark- kailuohjelmiin tullaan lisäämään biologista seurantaa. Vesipuitedirektiivin mukaisen seurannan tulee olla käynnissä kuusi vuotta direktiivin voimaantulosta eli 22.12.2006. Alueellisia seurantaohjelmia on täydennetty tietotarpeiden täyttämiseksi. Automaat- tinen veden laadun seuranta liitetään Perämeri Life -projektin jälkeen osaksi alueellista seurantaa.

1.8 Tiivistelmä

- Perämeri Life -projektissa päähuomio on Perämeren alueen lääninhallitusten (Ruotsi) ja alueellisten ympäristökeskusten (Suomi) rannikkovesiä koskevien seurantojen yhdenmukaistamisessa. Valtion rahoittaman ympäristön seurannan sekä tarkkailuvelvollisten kustantaman velvoitetarkkailun säätely ovat suhteellisen samanlaisia maiden välillä. Valtion rahoittama seuranta noudattaa käytännössä HELCOM:in linjauksia, ohjelmat ja tiedot ovat laatuvarmistettuja, ja tulokset kerätään kansallisiin tietokantoihin. Velvoitetarkkailu on lakisääteistä, ja sen tarkoituksena on seurata yksittäisten kuormitusläheteiden vaikutuksia. Ohjelmien rakenteessa on eroja maiden välillä.
- Perämerellä seurataan fysikaalis-kemiallisia parametreja yli 200 asemalla. Noin neljäsosa asemista kuuluu kansalliseen seurantaan ja loput velvoitetarkkailuohjelmiin. Ruotsissa kansallinen seuranta on keskittynyt avomeren seurantaan. Strategisesti valituilla avomerasemilla tehdään tiheää eri parametrien seuranta. Suomessa kansallisia asemia on enemmän kuin Ruotsissa, ja ne ovat sijoittuneet rannikon tuntumaan. Suurimmalla osalla asemista näytteitä otetaan pari kertaa vuodessa, ja tavoitteena on Suomen rannikon vedenlaadun alueellinen kartoittaminen. Joillakin asemilla näytteenotto on tiheämpää. Rannikkopainotuksen vuoksi Suomen kansallisen seurannan tuloksia hyödynnetään laajemmin velvoitetarkkailuohjelmien tulosten arvioinnissa. Suomessa velvoitetarkkailussa on myös enemmän yhteistarkkailuohjelmia kuin Ruotsissa. Tämä voi johtua siitä, että Suomessa on useampia toiminnanharjoittajia, jotka pystyvät toteuttamaan yhteistä tarkkailuohjelmaa. Suomessa ohjelmat ovat yleensä myös laajempia kuin Ruotsissa. Syynä lienee osittain se, että maiden väliset strategiat ovat perinteisesti erilaiset, mutta toisaalta myös rehevöityminen on ollut ja edelleen on Suomessa suurempi ongelma kuin Ruotsissa. Tämän takia laajempaan tarkkailuohjelmaan on suurempi tarve. Maiden välillä on myös se ero, että Suomen ympäristöviranomaiset tekevät myös kenttätöitä ja laboratorioanalyysia, kun taas Ruotsissa käytäntönä on ulkopuolisten seurannan toteuttajien palkkaaminen. Tämä johtuu maiden erilaisesta valtion ympäristöhallinnon organisoinnista.
- Ruotsissa kansalliset seurantatiedot ovat suureksi osaksi saatavilla Internetin kautta. Tietoa on helppo löytää, mutta se on jakautunut moneen eri tietokantaan, joita eri tahot ylläpitävät. Tiedon saatavuus vaihtelee riippuen tietokantojen ylläpitäjistä sekä siitä, minkälaisesta tiedosta on kyse. Internetissä on saatavilla hyvin yleistä tietoa seurannasta, mutta se ei ole yhdenmukaista, ja voi johtaa virheellisen tiedon leviämiseen. Ruotsin puolella Perämerta velvoitetarkkailutuloksia ei toimiteta kansallisiin tietokantoihin, vaan ne löytyvät lähinnä vuosiraportteina siinä tapauksessa, että kansalliset ympäristöviranomaiset eivät itse hallinnoi velvoitetarkkailuun liittyvää tietokantaa. Tietojen hajanaisuuden vuoksi on vaikea saada kokonaiskäsitystä siitä, mitä seuranta on meneillään eri alueilla ja millaisia tuloksia on saatu.
- Suomen järjestelmän etuna on, että erityyppinen seurantatieto kerätään samaan tietojärjestelmään. Kokonaiskäsityksen saaminen seurannasta on periaatteessa yksinkertaisempaa, koska tiedonhaku kansallisesti yhtenäisestä järjestelmästä on vaivatonta. Ympäristöhallinnon ulkopuoliset käyttäjät pääsevät tietoihin käyttöliittymämaksua vastaan.

2 Vesipuitedirektiivi – ympäristön tila uusiin mittasuhteisiin

Vesipolitiikan puitedirektiivi (Europarlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY yhteisön vesipolitiikan puitteista) astui voimaan 22.12.2000. Direktiivin valmistelu syntyi tarpeesta turvata koko unionin alueella yhteisön vesiensuojeluvaatimusten noudattaminen sekä hyvälaatuisen juomaveden saatavuus. Tavoitteena on saavuttaa kaikkien pintavesien hyvä ekologinen tila viimeistään vuonna 2015. Direktiivi käsittää luonnontilaiset ja ihmistoiminnan voimakkaasti muuttamat järvet, joet, jokisuiden vaihtumisuusalueet ja rannikkovedet sekä pohjavedet. Avomerialueita direktiivi ei koske. Tässä tarkastelussa keskitytään rannikkovesiin.

Vesipuitedirektiivin toteuttamista varten Ruotsissa on perustettu viisi uutta vesiviranomaista, joista yksi sijoittuu Luulajan lääninhallitukseen, ja vastaa Perämeren vesienhoitoalueesta Örejoesta etelässä (Merenkurkku) Tornionjokeen pohjoisessa. Tornionjoki kuuluu kansainväliseen Suomen kanssa yhteiseen vesienhoitoalueeseen. Suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio toimii vesiasioissa yhteisenä lupaviranomaisena. Vuonna 1971 tehty sopimus on parhaillaan uudistettavana, missä yhteydessä rajajokikomisiolle tulee myös vesipuitedirektiiviin liittyviä tehtäviä. Suomessa alueelliset ympäristökeskukset vastaavat vesipuitedirektiivien toteutuksesta omilla toiminta-alueillaan. Uusia viranomaisia ei tulla perustamaan. Koko maa jakautuu kahdeksaan vesienhoitoalueeseen (Ahvenanmaa mukaan lukien). Kansainvälinen Tornionjoen vesienhoitoalue mukaan luettuna alueista neljä sijaitsee kokonaan tai osittain Perämeren valuma-alueella. Muut Suomen puoleiset vesienhoitoalueet ovat Kemijoen - Simojoen -vesienhoitoalue, Oulujoen - Iijoen -vesienhoitoalue sekä läntisen vesienhoitoalueen pohjoisosat. Rannikkovedet seuraavat sisämaan vesienhoitoalueiden rajoja merelle päin.

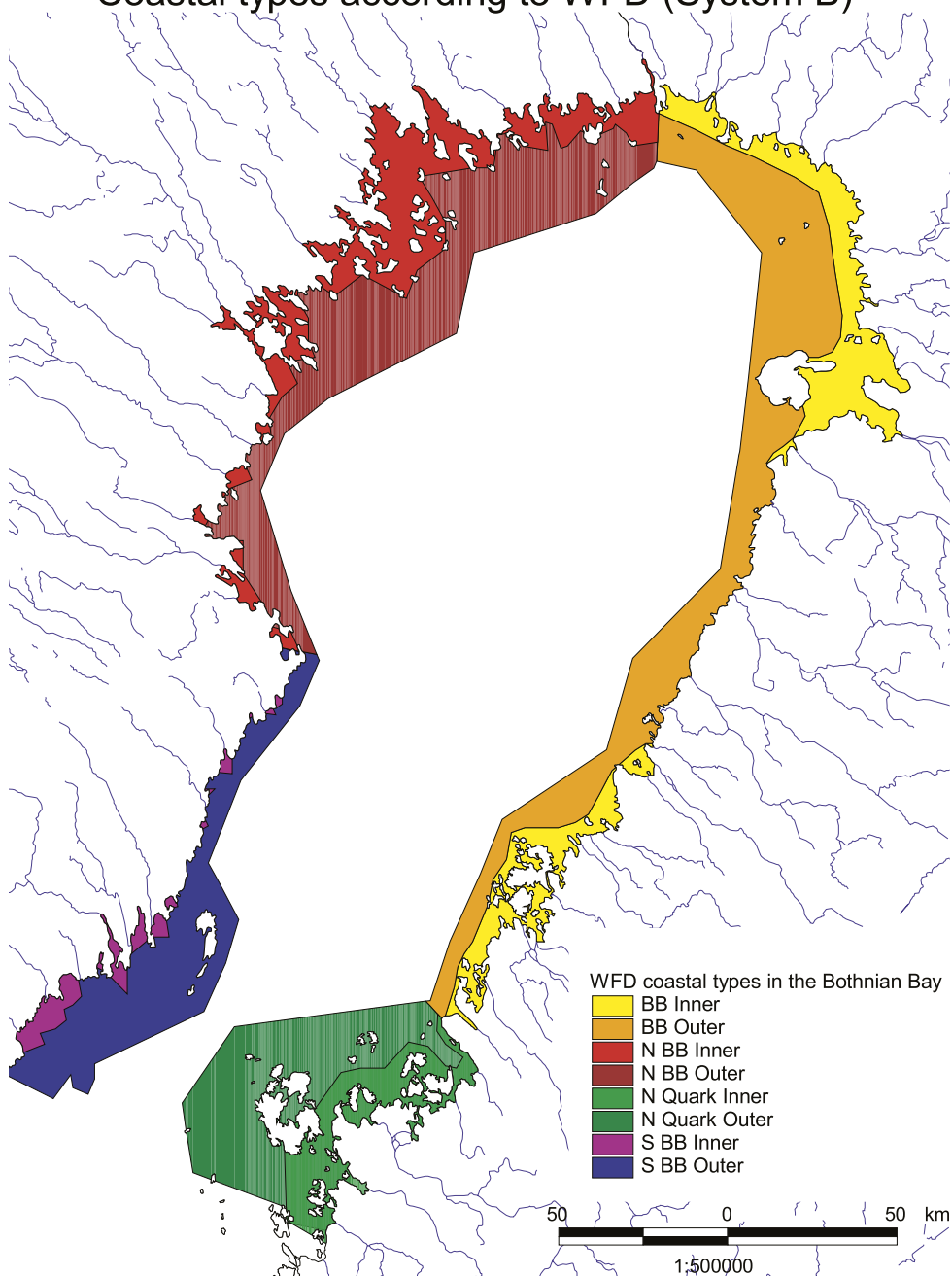
2.1 Rannikkovesien tyypittely

Pintavedet jaetaan maantieteellisten ja luonnontieteellisten ominaispiirteiden mukaan tyypeihin. Ominaispiirteiden tarkastelu voidaan tehdä ns. A- tai B-järjestelmän mukaisesti. A-järjestelmässä tyyppien jaottelun perusteena ovat pelkästään maantieteelliset ja geologiset seikat. B-järjestelmässä otetaan huomioon myös muita tekijöitä ja niiden yhdistelmiä, jotta tyyppille ominaiset biologiset vertailuolot voidaan määritellä luotettavasti. Sekä Suomessa että Ruotsissa rannikkovesien tyypittelystä on tehty B-järjestelmän mukainen ehdotus. Ruotsin ehdotus käsittää 23 eri rannikkovesityyppiä, joista Perämeressä ja Merenkurkussa on neljä. Suomen rannikko jakautuu vuonna 2004 tehdyn ehdotuksen mukaan yhteentoista rannikkovesityypin, joista neljä sijoittuu Perämeren ja Merenkurkun alueelle.

2.2 Seuranta

Direktiivin mukaan kullekin vesienhoitoalueelle laaditaan seurantaohjelma, joka mahdollistaa yhtenäisen ja kattavan veden tilan seurannan. Seurantaohjelmien tiedoista tulisi voida arvioida vesien ekologiselle, kemialliselle ja määrälliselle tilalle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen tai saavuttamatta jääminen. Tämä edellyttää nykyisen seurannan täydentämistä ja laajentamista. Perusseurantaa, toiminnallista seurantaa ja tutkinnallista seurantaa tulee tehdä pintavesissä, pohjavesissä ja suojelualueilla. Vesi-alueen ominaispiirteistä riippuu se, minkälaista seurantaa tulee tehdä. Vesienhoitoalueille laaditaan vesienhoitosuunnitelma, joka koostuu vesien tilaan liittyvästä arvioinnista sekä toimenpideohjeesta, jossa on arvio siitä, saavutetaanko yleiset tilatavoitteet. Seurantaohjelmien on määrä olla käynnissä viimeistään vuoden 2006 lopussa.

Coastal types according to WFD (System B)



Copyright Lantmäteriet 2004. UR GSD - Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

Vesipuitedirektiivin järjestelmä B:n mukainen Perämeren (*Bothnian Bay*) ja Merenkurkun pohjoisosien (*Northern Quark*) rannikkovesien tyypittely. Huomioi, että rajaukset eivät ole tarkkoja.

Division of the Bothnian Bay (BB) and the Northern Quark into water types according to the system B of the Water Framework Directive. Observe that borders have not been exactly outlined.

Eri seurantamuotojen tulosten tulee olla keskenään vertailukelpoisia ja laatuvarmistettuja sekä riittävän tarkkoja, jotta vesistöjen tilaa ja toimenpiteiden vaikutuksia voidaan arvioida. Koska seuranta tuottaa tietoa toimenpiteiden vaikuttavuuden arvioinnille, tulee kaikissa seurantaohjelmissa olla arvio tulosten luotettavuudesta ja tarkkuudesta. Vaatimukset siis tiukentuvat nykyiseen verrattuna. Olemassa olevia seurantaohjelmia tulee niin ikään laajentaa laatuselvitysten osalta. Seurannan tuloksia tulee voida käyttää myös muissa yhteyksissä, kuten kansallisessa ympäristötavoitteiden seurannassa sekä kansainvälisessä raportoinnissa ja kansainvälisten merellisten sopimusten mukaisessa arvioinnissa.

2.2.1 Laatutekijät

Vesipuitedirektiivin mukaisesti tulee mittauksia tehdä kolmesta ns. laatutekijöiden ryhmästä, joita ovat biologiset, hydromorfologiset ja fysikaalis-kemialliset laatutekijät (liite 11). Prioriteettiaineita tulee erityisesti seurata. Mitattavien muuttujien tulee olla sellaisia, jotka parhaiten osoittavat odotettua vaikutusta kussakin vesimuodostumassa. Ohjelmia voidaan muokata niin, että indikaattoriarvoltaan kuvaavampia muuttajia mitataan tiheämmin, kun taas muita mittauksia vähennetään.

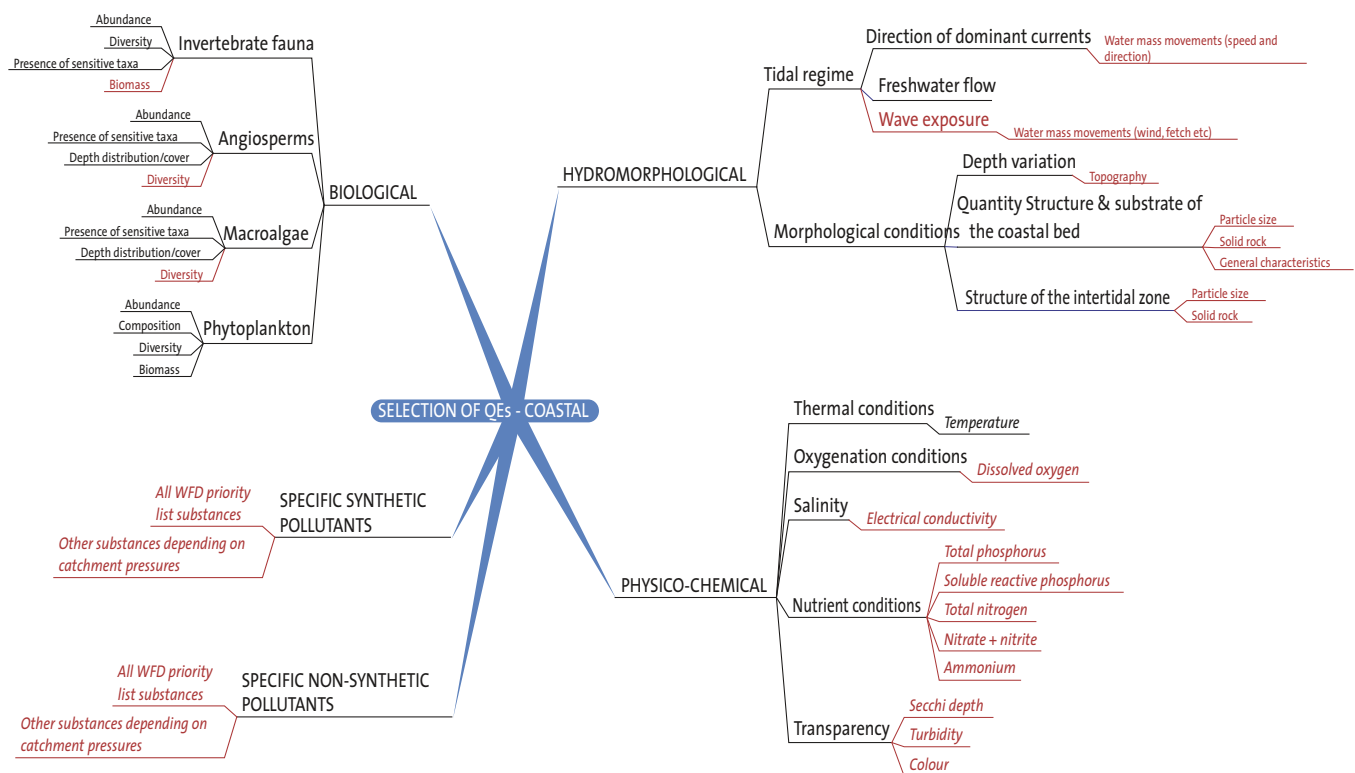
Eri laatutekijöiden alueellinen soveltuvuus vaihtelee riippuen alueen ominaispiirteistä, käytettävissä olevista menetelmistä ja standardeista, luonnollisesta vaihtelusta ynnä muista tekijöistä. Perämerellä ei esimerkiksi esiinny meriajokasta tai rakkolevää, jotka ovat ns. avainlajeja matalikoilla Itämeren eteläisimmissä osissa. Perämerellä makrofytytien seurantamenetelmiä on siksi kehitettävä. Perämerellä ei myöskään ole vuorovesi-ilmiötä, joten vuorovesiä koskevat hydromorfologiset laatutekijät eivät päde täällä. Sitä vastoin veden korkeus vaihtelee. Perämerellä tärkeisiin hydromorfologisiin tekijöihin kuuluu vesisyvyyden vaihtelun lisäksi pohjan laatu.

Ruotsissa Naturvårdsverket muokkaa parhaillaan vuodelta 1999 peräisin olevia ympäristönlaadun arviointiperusteita vesipuitedirektiivin mukaisiksi. Työn tuloksena syntyy käsikirja ”*Handboken för vatten*”, joka on suunniteltu julkaistavaksi vuoden 2004 aikana. Työn aikana arvioidaan myös se, onko laatutekijöillä todellista indikaattoriarvoa ruotsalaisissa olosuhteissa. Jos jollakin tietyllä laatutekijällä ei sitä ole, sitä ei tarvitse seurata. Esimerkki tällaisesta laatu-elementistä voisi olla vuorovesi-ilmiö. Mitattavat parametrit tulee todennäköisesti kirjata asetukseen. Suomessa on useita tutkimushankkeita, joissa selvitetään eri laatutekijöitä ja niiden soveltuvuutta Suomen rannikkovesiin. Tuloksia ollaan kokoamassa yhteen, ja ne muodostavat pohjan ekologisen tilan luokittelulle. Pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelun perusteet tullaan määrittelemään asetuksena.

2.2.2 Perusseuranta

Tavoitteet

Perusseurannan pääasiallisena tarkoituksena on saada yleiskuva rannikkovesien tilasta sekä arvioida, mitkä pitkän aikavälin muutoksista ovat luonnollisia ja mitkä ihmistoiminnan aiheuttamia. Perusseuranta muistuttaa monessa suhteessa nykyään tehtävää kansallista ja alueellista vesiympäristöön kohdistuvaa seuranta. Näin ollen on luontevaa, että kansalliset viranomaiset, Naturvårdsverket ja Suomen ympäristökeskus, organisoivat perusseurannan. Tämänhetkinen seuranta ei vielä täytä kaikkia direktiivin vaatimuksia. Suomessa perusseuranta tultaneen järjestämään valtakunnallisena, ympäristöhallinnon seurantana.



Legend: Mandatory QE specified in Annex V.1.2 Recommended QE

Vesipuitedirektiivin liitteen V.1.2 mukaiset pakolliset laatu-elementit (musta väri) ja jäsenmaiden suosittelemat laatu-elementit (punainen väri). Lähde: Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive (2003-01-23). Common Implementation Strategy Working Group 2.7.

Mandatory quality elements (in black) according to WFD appendix V.1.2 and recommended quality elements by the member states (in red).

Seuranta-asemien valinta

Vesipolitiikan puitedirektiivi ei määrittele tarkkaa seuranta-asemien lukumäärää, mutta rannikkovesien tilan tunnistamiseksi tulee tehdä yhtenäistä ja kattavaa seuranta.

Tavoitteena on, että kunkin vesimuodostuman eli rannikkoveden osan tila olisi luokiteltavissa. Tämä ei tarkoita sitä, että jokaista yksittäistä vesimuodostumaa olisi seurattava. Niitä voi luokitella ryhmiin, joiden luontaiset olosuhteet ja paineet ovat samanlaisia. Tämän jälkeen valitaan mittausasemat, jotka edustavat muita samankaltaisia rannikkoveden osia. Perusseuranta varten tarvittavien seuranta-asemien lukumäärää on vaikea arvioida. Rannikkovesien osalta pienin mahdollinen määrä on yksi kutakin rannikkovesityyppiä kohti, joita Perämeren ja Merenkurkun alueella on kaikkiaan kahdeksan. Naturvårdsverketin mukaan eri paineiden seurantaan tarvitaan vähintään kaksinkertainen määrä asemia. Vuoden 2004 jälkeen saadaan parempi arvio, kun vesienhoitoalueiden perusselvitykset on tehty.

Jotta pystytään arvioimaan, milloin kyseessä on mitattavan parametrin normaalista poikkeavat arvot ja milloin niiden luonnollinen vaihtelu, tarvitaan vertailuasemia, joissa on mahdollisimman vähän ihmistoiminnan vaikutusta. Ruotsin kansalliseen seurantaohjelmaan kuuluvat avomeriasemat ovat direktiivin käsittämän alueen ulkopuolella. Näillä asemilla on kuitenkin jatkossakin suuri merkitys vertailuasemina. Lisäksi ne

antavat tietoa erilaisia vedenlaatumalleja varten ja tuottavat kansainvälisten sopimusten edellyttämää tietoa. Ruotsissa olisi tarvetta myös muutamalle kansalliselle rannikko-alueiden vertailuasemalle. Suomen rannikolla on jo nyt kansallisten seuranta-asemien verkosto, mutta avomereltä puuttuvat asemat, joilla käytäisiin useammin kuin 2 - 3 kertaa vuodessa. Suomen osalta biologisten laatutekijöiden seurantaa on laajennettava ja täydennettävä. Suomesta voi olla vaikea löytää rannikonläheinen alue, jolla ei ole ihmistoiminnan vaikutuksia, ja joka voisi näin ollen toimia vertailualueena. Vertailuolosuhteet voidaan kuitenkin myös tunnistaa mallintamalla tai asiantuntija-arvioina.

Laatutekijöiden valinta

Perusseurantaan tulee sisältyä kaikki direktiivissä mainitut parametrit (biologiset, hydromorfologiset ja fysikaalis- kemialliset laatutekijät). Vesienhoitoalueella on mitattava prioriteettiaineiden päästöjä sekä muita pilaavia aineita, sikäli kun niitä päästetään merkittäviä määriä. Vesipuitedirektiivi ei kuitenkaan määrittele yksityiskohtaisesti mikä on ”päästö” ja mikä katsotaan ”merkittäväksi” määräksi. Tällä hetkellä seurannassa on puutteita erityisesti biologisten elementtien, haitallisten aineiden ja hydromorfologisten tekijöiden osalta.

Yhteenveto laatutekijöistä, jotka direktiivin mukaan kuuluvat seurantaan.

Laatutekijät	Vesipuitedirektiivin mukaan rannikkovesillä seurattavat laatutekijät ¹	Tämänhetkinen seuranta Perämeren rannikkovesissä ²	Puutteet Perämeren rannikkovesien ympäristön seurannassa
Biologiset	Kasviplankton, makrofytyt (makrolevät, siemenkasvit), pohjaeläimistö (rannikkovesissä kalat eivät ole luokittelutekijä)	Ruotsi Kasviplankton: 2 asemaa. Pohjaeläimistö: 3 kansallista aluetta (2 asemaa/alue: rannikko ja avomeri), 1 luonnonsuojelualue, 4 velvoitetarkkailualue. Makrofytyt: 1 luonnonsuojelualue. Suomi Kasviplankton: 24 asemaa. Päällyslevät: 6 velvoitetarkkailualue. Makrofytyt: 3 aluetta, 2 velvoitetarkkailuasema. Pohjaeläimistö: 1 luonnonsuojelualue, 8 velvoitetarkkailuasema.	Ruotsi Kasviplanktonin vähäinen seuranta. Päällyslevät puuttuvat. Makrofytytien seuranta puutteellinen. Suomi Kasviplanktonin, päällyslevien ja makrofytytien seurantamenetelmät ja näytteenotto-tiheys vaihtelevat. Pohjaeläimet vain velvoitetarkkailussa (näytteenottotiheys ja menetelmät vaihtelevat)
Fysikaalis-kemialliset	Suolaisuus, happipitoisuus, ravinnetila, lämpötila, näkösyvyys Prioriteettiaineet ja muut kuormittavat aineet	Ruotsi Fys-kem: 5 kansallista asemaa, 23 velvoitetarkkailuasema. Prioriteettiaineet: velvoitetarkkailu Suomi Fys-kem: 38 kansallista asemaa, 140 velvoitetarkkailuasema Prioriteettiaineet: velvoitetarkkailu	Ruotsi Vedestä mitattavat prioriteettiaineet puuttuvat kansallisesta seurannasta Suomi Vedestä mitattavat prioriteettiaineet puuttuvat kansallisesta seurannasta
Hydromorfologiset	Morfologia (vesisyvyys, pohjan laatu) Vuorovesi ei koske Perämeriä	Suomi ja Ruotsi Vedenkorkeusmittaukset. Pohjan laadusta tiedot pohjaeläimistö- tai ympäristömyrkytutkimusten yhteydessä.	

¹ Rannikkovedellä tarkoitetaan vesipuitedirektiivin mukaisia vesialueita, ts. avomeren asemat eivät ole mukana. Rannikkovesialue ulottuu yhden meripeninkulman etäisyydelle sisäisten aluevesien ulkorajasta.

² Tämänhetkinen seuranta käsittää kansallisen seurannan ja velvoitetarkkailun.

2.2.3 Toiminnallinen seuranta

Tavoitteet

Toiminnallisen seurannan tavoitteena on selvittää niiden vesimuodostumien tilaa, jotka eivät täytä hyvän ekologisen ja kemiallisen tilan tavoitetta, tai joilla on vaarana, että ympäristötavoitteet jäävät saavuttamatta. Toiminnallista seurantaan tehdään rannikkovesissä, joihin päästetään prioriteettiaineita. Se koskee luvanvaraista pistekuormitusta ja muuta vesien tilaa muuttavaa toimintaa. Lisäksi toiminnalliseen seurantaan on sisällytettävä hajakuormitusta aiheuttavaa ei-luvanvaraista toimintaa. Toiminnallisen seurannan on katettava pistekuormituksen vaikutuksen kohteena oleva vesialue, joten se muistuttaa nykyistä velvoitetarkkailua

Ruotsissa Naturvårdsverket on sillä kannalla, että vesiviranomaisilla tulisi olla muodollinen vastuu toiminnallisesta seurannasta. Seurannan toteuttajat voisivat olla, kuten aiemminkin, eri tahojen edustajia, mutta vertailukelpoisuudelta, laadun varmistukselta ja tiedon saatavuudelta vaaditaan nykyistä enemmän. Tarkkailuohjelmia voidaan joutua muuttamaan, mutta niitä ei voida pakolla soveltaa direktiivin vaatimukseen. On oltava hyvin perustellut syyt sekä selvät liittymäkohdat kyseessä olevien toimintojen kuormituksen ja vaikutusten välillä. Vesiviranomaisten täytyykin siksi olla yhteistyössä valvontaviranomaisten kanssa, kun olemassa olevia ohjelmia tarkistetaan ja uusia ohjelmia valmistellaan. Tällä yhteistyöllä turvataan oman valvonnan ja seurannan tarpeet sekä vesipuitedirektiivin asettamat vaatimukset. Luonnollisesti myös tämän tulee tapahtua yhteisymmärryksessä toiminnanharjoittajan kanssa. Ohjelmia voidaan tarvittaessa täydentää alueellisella seurannalla, jotta kokonaisvaikutukset ja kuormitus voidaan arvioida kullakin alueella.

Suomessa toiminnallisen seurannan toteutus ja valvonta jatkuvat entiseen tapaan. Vesienhoitosuunnitelman tavoitteet eivät aiheuta suoria velvoitteita toiminnanharjoittajille ja kansalaisille vaan ne tulevat sitoviksi muun lainsäädännön, lupapäätösten ja mahdollisesti annettavien paikallisten ympäristönsuojelumääräysten kautta. Tarkkailun toteutusta valvovat laillisuusnäkökulmasta vesi- ja ympäristönsuojelulain mukaiset valvontaviranomaiset, eli alueelliset ympäristökeskukset ja kuntien ympäristönsuojeluviranomaiset. Ympäristöntutkimuslaitoksille ollaan valmistelemassa järjestelmää, jolla ne voisivat osoittaa pätevyytensä. Pätevyyden osoittaminen tulee perustumaan ns. standardisoitujen analyysimenetelmien akkreditointiin ja näytteenottajilta vaadittavaan henkilösertifiointiin. Suomessa erillinen työryhmä on selvittänyt ympäristönsuojelulakiin ja vesilakiin perustuvan käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun periaatteet sekä valmistellut tämän pohjalta ehdotukset, joiden tavoitteena on toimiva ja yhtenäinen tarkkailukäytäntö.

Asemien valinta

Kuten perusseurannassa, myös toiminnallisessa seurannassa muutama mittausasema voi edustaa erillisten vesimuodostumien ryhmää, joissa on samankaltaiset luonnon olosuhteet ja paineet. Vesiin kohdistuvat paineet voivat johtua piste- tai hajakuormituksesta tai erilaisista hydromorfologisista tekijöistä. Vesipuitedirektiivi edellyttää hajakuormituksen vaikutusten seurantaan. Tällä hetkellä velvoitetarkkailu käsittää pääasiassa luvanvaraisen ympäristölle haitallisen pistekuormitusluontoisen toiminnan. Seuranta-asemia tulisi olla kattavasti myös niissä vesimuodostumissa, joihin kohdistuu huomattavia hydromorfologisia paineita. Tällaista seurantaan ei nykyään juuri ole, eikä hydromorfologisia muuttujia varten ole arviointiperusteita. Suomessa hajakuormituksen seurantaan on suunnitteilla kansallinen asemaverkko, jota seurataan intensiivisesti

tiheällä näytteenotolla. Kansallisella hajakuormituksen seurannan verkon avulla tuetaan ja täydennetään direktiivin toiminnallisen seurannan tulosten tulkintaa, maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutusten seuranta sekä tulevien vesiensuojelutoimenpiteiden suunnittelua.

Laatutekijöiden valinta

Toiminnallisessa seurannassa mittaukset tulisi tehdä niillä biologisilla laatutekijöillä, jotka ovat erilaisille vesiympäristöön kohdistuville muutoksille herkimpiä. Muilla muuttujilla voidaan täydentää, mutta ei korvata biologisia laatutekijöitä. Lisäksi tulee mitata pilaavia aineita niiden päästöpaikoilla ja vedenlaadun kannalta tärkeimpiä hydro-morfologisia muuttujia. Yksittäisessä vesimuodostumassa eli rannikkoveden osassa toiminnallinen seuranta voi näin ollen käsittää suhteellisen rajattuja, mutta syy-yhteyksiin perustuvia ohjelmia.

2.2.4 Mallit seurannan apuvälineinä

Rannikkovesiin kohdistuu hajakuormitusta myös merialueilta, eivätkä vaikutukset välttämättä ole samansuuntaisia kuin samalle alueelle valuma-alueelta tuleva kuormitus. Virtaus- ja vedenlaatumallien avulla voidaan arvioida näitä vaikutuksia. Joillakin Ruotsin alueilla malleja on jo olemassa lääninhallitusten ja vesiviranomaisten käyttöön. Myös laajamittakaavaiset mallit ovat tarpeellisia, ja ne antavat pohjaa paikallisten/alueellisten mallisovellutusten käytölle. Kansallisen tason rannikkomalleja ei Ruotsin puoleisella Perämerellä ole otettu käyttöön. Syynä on ollut lähinnä se, ettei Perämerellä ei ole ollut suurempia rehevöitymisongelmia, minkä vuoksi rannikkomalleille ei ole ollut suurta tarvetta Ruotsin puolella. Suomen ympäristökeskus on yhdessä Suomen YVA Oy:n kanssa kehittänyt mallin koko Itämeren alueelle. Suomen puolella on muutama paikallinen malli sekä laajempi malli koilliselle Perämerelle. Näitä malleja voidaan hyödyntää direktiiviin liittyvässä työssä. Perämeri Life -projektissa on otettu käyttöön vedenlaatu- ja ekosysteemimalli Piitimen, Pietarsaaren ja Kemi-Haaparannan edustoilla.

2.2.5 Tutkinnallinen seuranta

Tutkinnallista seuranta on tehtävä, jos vesien tilassa havaitaan poikkeavuuksia, joiden syitä ei tiedetä. Lisäksi tutkinnallista seuranta on tehtävä, jos perusseuranta osoittaa, että ympäristötavoitteita ei saavuteta, mutta toiminnallista seuranta ei ole vielä aloitettu. Myös ennakoimattomien ympäristövahinkojen suuruuden ja vaikutusten selvittämiseksi edellytetään tutkinnallista seuranta. Yksi tavoitteista on luoda pohjaa toimenpideohjelmille. Kun toimenpideohjelma on hyväksytty, voi tutkinnallinen seuranta muuttua toiminnalliseksi seurannaksi. Naturvårdsverketin mukaan vesiviranomaisten tulee vastata tutkinnallisesta seurannasta Ruotsissa. Suomessa tutkinnallista seuranta tekevät yliopistot ja tutkimuslaitokset sekä ympäristöviranomaiset.

2.2.6 Suojelualueiden seuranta

Rannikon suojelualueet ovat lähinnä Natura 2000 -alueita, joita suojellaan elinympäristöjen ja lajiston vuoksi. Jos suojeltujen vesimuodostumien luonnehdinnassa ilmenee, etteivät ne saavuta direktiivin mukaisia tavoitteita, kuuluu alue toiminnallisen seurannan piiriin. On tärkeää, että vesipuitedirektiivin mukainen seuranta on sopu-soinnussa laji-, habitaatti- ja lintudirektiivien mukaisten suojelukohteiden seurannan kanssa.

2.2.7 Seurantatiheys

Vesipuitedirektiivi antaa ohjeelliset vaatimukset seurantatiheydelle. Perusseuranta tulee direktiivin mukaan toteuttaa kuusivuotisen toimintakauden aikana. Biologisia ja hydromorfologisia laatutekijöitä tulee seurata kaikilla asemilla vähintään kerran tämän kauden aikana. Sen vuoden aikana, jolloin seuranta toteutetaan, tulee kasviplanktonia seurata kaksi kertaa ja fysikaalis-kemiallisia laatutekijöitä joka kolmas kuukausi. Prioriteettiaineita seurataan kuukausittain. Direktiivissä esitetystä seurantatiheydestä voidaan poiketa, kun voidaan osoittaa, ettei luokittelun luotettavuus ja tarkkuus kärsi.

Laatutekijöitä tulee seurata määrätyn väliajoin, mikäli muuhun ei ole asiantuntija-arvion tai teknisen tietämyksen perusteella syytä. Joidenkin muuttujien mittaustiheyttä voi olla perusteltua nostaa vähimmäisvaatimukseen verrattuna erityisesti rannikkovesillä, missä luonnollinen vuosivaihtelu on suurta. Tietyn laatutekijän tai aineen mittaustiheyttä voi myös harventaa, tai sen seurannasta voi luopua kokonaan, jos aine on määritysrajan alapuolella, sen pitoisuus laskee tai pitoisuuden kasvun riskiä ei ole. Pääsääntönä on, että mittausasemien valinnalla tai mittausten tiheydellä saavutetaan hyväksyttävä tarkkuus ja luotettavuus. Direktiivin liitteessä V todetaan lisäksi, että kun perusseuranta on tehty ja hyvä ekologinen tila saavutettu, eikä ihmistoiminnan arvio viittaa tilanteen heikentymiseen, voidaan perusseurantaa toteuttaa joka kolmannella hoitosuunnitelmakaudella, eli joka 18. vuosi. Tämänhetkinen fysikaalis-kemiallisten parametrien kansallinen seuranta vastaa hyvin mittaustiheyden vaatimuksia. Sen sijaan puutteita on lähinnä maantieteellisessä kattavuudessa ja muuttujavalikoimassa.

Toiminnallinen seuranta liittyy yksittäisiin rannikkoveden osiin, eikä ole yhtä sidottu kuusivuotiseen toimintakauteen. Tämä tarkoittaa sitä, että näytteenottotiheyttä voi muuttaa tarpeen mukaan tai ohjelman voi keskeyttää tai muuttaa perusseurannaksi. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että mittaustulosten perusteella tavoitteet on saavutettu. Vesipuitedirektiivin mukaan mittausten välin ei tule ylittää oheisessa taulukossa esitettyjä tiheyksiä, mikäli esimerkiksi asiantuntijaarviot eivät puolla jotakin muuta mittaustiheyttä. Pääsääntö on, että mittaustiheyksien avulla saa luotettavan arvion tilanteesta. Erityisesti kuormitetuilla rannikkoalueilla tämä voi tarkoittaa tiheämpien mittausten tarvetta. Yksityiskohtaisemmat suuntaviivat toiminnalliselle seurannalle joudutaan työstämään kansallisella tasolla, koska direktiivi antaa tilaa tulkinnoille. Tutkinnallisen seurannan mittaustiheydelle direktiivi ei anna suuntaviivoja. Toistoväli tuleekin arvioida tapauskohtaisesti.

Laatutekijät	Rannikkovedet
Biologiset	
Kasviplankton	6 kk
Muut vesikasvit	3 v
Makroskooppiset	
selkärangattomat	3 v
Kalat	-
Hydromorfologiset	
Jatkuvuus	-
Hydrologia	-
Morfologia	6 v
Fysikaalis-kemialliset	
Lämpötilaolosuhteet	3 kk
Happipitoisuus	3 kk
Suolapitoisuus	-
Ravinnetila	3 kk
Happamuustila	-
Prioriteettiaineet	1 kk
Muut saastuttavat aineet	3 kk

Vesipuitedirektiivin liitteen V mukainen minimitiheys toiminnallisen seurannan laatumuuttujien mittaukselle rannikkovesissä. Minimitiheys koskee myös vuotta, jolloin perusseuranta tehdään.

Seurantatiheyden valinnassa tulee ottaa huomioon luonnolliset ja ihmistoiminnasta aiheutuvat vaihtelut. Vuodenaikaisvaihteluiden vaikutukset tulee mahdollisuuksien mukaan poistaa. Tarkoituksena on, että tulokset osoittavat vesimuodostumassa ihmis-toiminnan vaikutuksesta tapahtuneita muutoksia.

Direktiivin mittaustiheydet eivät kansallisten viranomaisten mukaan aina ole tarkoituksenmukaisia suomalaisiin ja ruotsalaisiin olosuhteisiin nähden. Tämä koskee erityi-

sesti prioriteettiaineiden seurantaa, jota tulisi tehdä kuukausittain niin perus- kuin toiminnallisessa seurannassa. Määritykset tulee lisäksi tehdä vedestä. Haitallisten aineiden analysointi on kallista ja pitoisuudet vedessä antavat vain hetkittäisen kuvan. Suomen ja Ruotsin seurannassa haitallisia aineita on mitattu esimerkiksi pohjasedimenteistä ja eliöstöstä, joihin aineet kertyvät. Etuna on, että aineita on helpompi analysoida, koska niiden pitoisuudet ovat suuremmat. Lisäksi pohjasedimentin ja eliöstön haitta-ainepitoisuudet kuvaavat pitempiä aikoja kertymää.

2.3 Raportointi

Huomattava osa direktiiviin liittyvästä raportoinnista tehdään karttoina, jotka ovat käyttäjäystävällinen tapa esittää yhteenvetoja. Karttojen tekeminen vaatii digitaalista kartta-aineistoa ja GIS-tekniikkaa. Jokaisen vesienhoitoalueen ekologinen, kemiallinen ja laadullinen tila tulee ilmoittaa värikoodeina. EU:n opasasiakirjoissa (*guidance documents*) annetaan raportoinnin suuntaviivoja, mutta ohjeita kehitetään edelleen työryhmässä, johon eri jäsenmaat osallistuvat. Työ jatkuu myös kansallisella tasolla.

2.4 Interkalibrointi

Vesipuitedirektiivin mukaan kaikkien jäsenmaiden tulee tehdä vesistöjen tilan luokittelun interkalibrointi vuosien 2004 - 2006 aikana, jotta päästään yhteisymmärrykseen käsitteiden tyydyttävä, hyvä ja erinomainen tulkinnoista. Kunkin jäsenmaan tulee rekisteröidä muutamia asemia, joiden arvioidaan olevan hyvän ja tyydyttävän sekä hyvän ja erinomaisen tilan rajoilla. Näiltä asemilta kerätään biologista aineistoa, alueet luokitellaan, ja asteikkoa verrataan maiden kanssa, joilla on vastaavanlaisia vesialueita. Tämän mahdollistamiseksi näiltä asemilta on kerättävä kaikki olemassa oleva biologisia laatu-tekijöitä, makroleviä, pohjaeläimiä ja kasviplanktonia koskeva tieto. Komissio on parhailaan kokoamassa yhteen rekisteriä interkalibrointiasemista. Ruotsi on ilmoittanut Rånefjärdenin erinomaisena/hyvinä alueena ja Örefjärdenin Merenkurkussa hyvänä/tyydyttävänä alueena. Suomi on ilmoittanut Perämereltä Hailuodon edustan sekä pohjoisen Perämeren intensiiviasemat. Interkalibrointiverkostossa mukana olevien asemien rekisterin tulee olla valmis toukokuussa 2004. Kaikki ilmoitetut asemat eivät välttämättä tule olemaan mukana lopullisessa interkalibrointiverkostossa.

2.5 Oulujoki – pilottialue

Oulujoki valittiin yhdeksi Euroopan pilottialueeksi, jossa testattiin vesipuitedirektiivin toteuttamiseen liittyviä ohjeistoja vuosina 2003 - 2004. Testauksia tehtiin lähinnä joki-alueella, mutta myös rannikkoalue oli jossain määrin mukana. Rannikkoalueen tyypittelyä Oulujoen edustalla testattiin pohjaeläimistön avulla ja makrofyyttien käyttökelpoisuutta Perämeren luokittelussa selvitettiin. Yhteisötason ja kansallisia prioriteettiaineita kartoitettiin alustavasti yhteistyössä Stora Enso Oyj:n Oulun sellu- ja paperitehtaan kanssa.

2.6 Tulevan työn suunnittelu

Ruotsissa vesienhoitoalueiden perusselvitykset ovat etusijalla vuonna 2004. Kevään 2005 aikana tulisi aloittaa seurantaohjelmia koskeva työ. Ohjelmat muotoillaan uusien vesiviranomaisten ja Naturvårdsverketin välisenä yhteistyönä, mutta myös lääninhallitukset tulevat olemaan työssä mukana. Merellisen seurannan kansallinen ohjelma on tarkistettu vuoden 2003 aikana ja vesialueiden alustava tarkastelu vuodelta 2004 antaa perustan seurantaohjelmille. Ensimmäinen raportointi EU:lle maaliskuussa 2005 tullaan toteuttamaan pääasiassa kansallisella tasolla, koska vesiviranomaiset eivät vielä

ole toiminnassa. Ohjelmien muokkaamisen suuntaviivat esitetään vesikäsikirjassa ”*Handboken för vatten*”. Seurantaohjelmat yhdennetään, täydennetään ja tarkastetaan vuoden 2005 aikana, jotta ne ovat kokonaisuudessaan vesipuitediirektiivin mukaisia ja käytössä viimeistään 22.12.2006. Vielä tällä hetkellä on epäselvää, miten laajentuva seuranta tullaan rahoittamaan. Toimikunta valmistelee lakiin liittyviä asetuksia.

Suomessa uusi vesienhoitoa koskeva laki astuu voimaan vuoden 2005 alussa. Vuoden 2004 aikana vesienhoitoalueilla on tehty perusselvityksiä, joita tarvitaan maaliskuussa 2005 tehtävässä ensimmäisessä raportoinnissa. Selvitykset luovat pohjan ympäristön seurantaohjelmien suunnittelulle ja ensimmäisten toimenpidesuunnitelmien laatimiselle.

2.7 Tiivistelmä

- Vesipuitediirektiivi asettaa pinta- ja pohjavesien tilan uusiin mittasuhteisiin. Direktiivin noudattamiseksi tämänhetkistä ympäristön seurantaan tulee täydentää, laajentaa ja sopeuttaa. Kansallisen seurannan mittaustiheys ja standardisointi täyttää yleisesti ottaen vesipuitediirektiivin vaatimukset. Täydennyksiä tarvitaan kuitenkin maantieteellisessä kattavuudessa, joka on hyvin puutteellinen Ruotsin puoleisella Perämerellä. Fysikaalis-kemiallisia tietoja analysoidaan perinteisesti, koska niihin on olemassa standardoidut määritysmenetelmät. Lisäksi mitataan yleisesti a-klorofyllipitoisuutta, joka on tärkeä täydentävä parametri veden ravinnetilaa arvioitaessa. Kasviplanktonia ja päälylskasvustoa sen sijaan analysoidaan vain tietyillä alueilla. Myös makrofyyttien seuranta on puutteellista. Makrofyyttien seurannan menetelmiä tulee sopeuttaa Perämerellä, missä eteläisemmälle Itämerelle tyypilliset avainlajit puuttuvat. Pohjaeläimistön seurannalla on melko hyvät puitteet Ruotsin puolella, mutta Suomesta puuttuu pohjaeläimistön kansallinen seurantaohjelma. Suomessa haitallisten aineiden seuranta on vähemmän systemaattista kuin Ruotsissa. Vesipuitediirektiivi vaatii haitallisten aineiden mittauksia vedestä ja hydromorfologisten tekijöiden mittauksia. Ruotsin ja Suomen mukaan haitallisten aineiden mittaukset vedestä eivät ole tarkoituksenmukaisia.
- Yhteistyötä tulee tehostaa kansallisen seurannan kanssa sekä alueiden välillä. Esimerkiksi pohjaeläimistön tarkkailu kuuluu usein velvoitetarkkailuohjelmiin, mutta menetelmät ja näytteenottotiheys vaihtelevat eri ohjelmien välillä. Alueelliset ympäristöviranomaiset ja Ruotsissa vesiviranomaiset tulevat vastaamaan perusseurannan toteuttamisesta, mutta kansallista ohjausta tarvitaan, jotta vesipuitediirektiivin vaatimukset voitaisiin täyttää. Raportointi asettaa erityisvaatimuksia laadun varmistukselle ja seurannan dokumentoinnille. Maiden tulee laatia toimiva raportointijärjestelmä, joka perustuu suureksi osaksi GIS-tekniikkaan. Oleellista on, että vastuussa olevat viranomaiset saavat tarvittavat tiedot käyttöönsä.
- Perämeren tilaa tulee tarkastella kokonaisuutena. Perämeri Life -projektissa koottu katsaus Suomen ja Ruotsin rannikkoalueiden ominaispiirteistä ja seurannasta luo pohjan aikaisempaa tiiviimmälle yhteistyölle ja sitä kautta paremmat edellytykset toimia yhteisen meren puolesta.

3 Perämeri Life –projektin kyselyn ja työpajan anti

Perämeri Life -projektissa keväällä 2003 tehdyn kyselyn yhtenä aiheena olivat Perämeren ympäristön seurannassa todetut puutteet sekä ehdotukset tulevaisuuden seurantaan (liite 12). Saadut vastaukset sopivat hyvin yhteen sen kuvan kanssa, joka myöhemmin syntyi tässä raportissa esitellyn tarkastelun avulla. Vastauksista kävi ilmi, että ympäristön seurannan suurimmat puutteet ovat valtaosiltaan samanlaiset Suomessa ja Ruotsissa. Ympäristön seuranta ei ole harmonisoitu ja puutteita on ympäristömyrkköjen, biologisten muuttujien sekä lintu- ja kalakantojen seurannassa.

Myös EU:n vesipuitelidirektiivi asettaa aikaisempaa suuremmat vaatimukset, koska rannikko-veden laadun arviointi tehdään kasviplanktonin, pohjaeläimistön ja makrofyyttien perusteella. Ympäristömyrkköjen seuranta on puutteellista. Sen maantieteellinen kattavuus on heikko ja syy-seuraussuhteista tarkkailuohjelmaa ei ole. Yhtenäisempi ympäristön seuranta koko Perämeren alueelle ja säännölliset tulosten yhteenvedot antaisivat paremman kokonaiskäsityksen Perämeren ympäristön tilasta. Myös matalikkojen seurantaan kiinnitetään liian vähän huomiota. Tämä johtuu suurelta osin siitä, että tietoa matalikoista ei juuri ole. Ne ovat kuitenkin hyvin tärkeitä kalojen, lintujen ja kasvien lisääntymisalueita ja elinympäristöjä.

Seurannan vahvuudet	Seurannan heikkoudet
Ruotsi <ul style="list-style-type: none"> • Avomerien intensiivinen seuranta. • Rannikoiden vertailualueiden seuranta. • Maantieteellisesti kattava ja harmonisoitu pohjaeläimistön seuranta. Suomi <ul style="list-style-type: none"> • Seuranta-asemien verkosto rannikoilla, veden laadun intensiivinen seuranta ja harvempi kartoitus. • Makrofyyttien seurantaohjelma. 	Ruotsi <ul style="list-style-type: none"> • Rannikoilla vähän seuranta-asemia. • Rannikoiden puutteellinen biologisten muuttujien seuranta. • Makrofyyttien puutteellinen seuranta. Suomi <ul style="list-style-type: none"> • Avomerellä ei intensiivistä seuranta. • Kansallinen pohjaeläimistön seurantaohjelma puuttuu Perämereltä.

4 Ehdotuksia yhdenmukisen seurannan toimenpiteiksi

4.1 Ympäristön seurannan toteuttaminen

Vapaa vesi

Suomella ja Ruotsilla on erilaiset kansalliset seurantastrategiat. Niiden lähentäminen edellyttää sitä, että Ruotsi laajentaa asemaverkostoaan rannikolla. Tätä tukee myös vesipuitelidirektiivi, koska rannikkoasemia tarvitaan perus- ja toiminnallisen seurannan piiriin. Asemia voisi käyttää lisäksi velvoitetarkkailuohjelmien tulosten arvioinnissa eli ne toimisivat näiden ohjelmien vertailu- eli referenssiasemina, kuten Suomessa. Tämä strategia olisi perusta kansallisen ja alueellisen sekä paikallisen seurannan harmonisoinnin tehostamiselle. Tämä tulisi ottaa esille paikallisten ja alueellisten viranomaisten sekä toiminnanharjoittajien keskusteluissa. Ruotsin avomeriasemat tulee säilyttää rannikkoseurannan vertailuasemina. Niiden avulla Perämeren tilaa voidaan verrata muihin Itämeren alaisiin. Suomen osalta tulisi keskustella avomeriseurannan yhtenäistämistä ja tehostamisesta. Parhaat hyödyt saavutetaan, mikäli maat kehittävät ja rahoittavat yhteisesti avomeren seurantaohjelman. Ohjelman muokkaaminen vaatii keskustelua kyseessä olevien kansallisten ja alueellisten viranomaisten sekä käytännön toteuttajien kanssa. Suomessa tarkkailutyöryhmä on selvittänyt ympäristönsuojelulakiin ja vesilakiin perustuvan käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun periaatteet, joiden pohjalta on laadittu ehdotukset yhtenäiseksi tarkkailukäytännöksi.

Velvoitetarkkailuohjelmat ovat vähemmän yhtenäisiä kuin kansallisen ympäristön seurannan ohjelmat. Niiden asemaverkosto, näytteenottotiheys ja mitattavat muuttujat vaihtelevat. Erilaiset rannikkoalueiden olosuhteet voivat johtaa erilaisiin ohjelmiin. Eri toteutustavat vaikeuttavat yhteisiä arviointoja ja tulosten vertailua. Jotta tuloksia voidaan hyödyntää laajemmin, on rannikko-ohjelmien vastattava toisiaan paremmin. Joissakin Ruotsin rannikon tarkkailuohjelmissa epäorgaaniset ravinteet eivät kuulu mitattaviin muuttujiin, vaan ainoastaan typen ja fosforin kokonaispitoisuudet analysoidaan.

Yleensä liukoisten, epäorgaanisten ravinteiden käyttökelpoisuus leville on parempi kuin hiukkasmuotoisten orgaanisten ravinteiden. Tästä johtuen ohjelmien tulisi kattaa myös epäorgaanisten ravinteiden analyysit. Epäorgaanisten ravinteiden arvioinnissa käytetään talvipitoisuuksia, koska vuodenaikaisvaihtelut ovat suuret, ja kesäisin ravinteet ovat sitoutuneet leviin ja muuhun kasvillisuuteen. Talvimäärityksiin pitäisi pyrkiä, koska talven aikana vesimassaan kertyvä epäorgaanisen typen ja fosforin määrä ennustaa seuraavan kesän planktonituotantoa.

Säännöllisen näytteenoton lisäksi Suomen puoleisella Perämerellä vedenlaatua seurataan automaattisella mittaus- ja näytteenottojärjestelmällä, joka on asennettu Suomen rajavartioston alukseen. Tuloksista voidaan tiedottaa nopeasti ja ne antavat nopean, joskaan eivät kovin tarkkaa kokonaiskuvaa Perämeren kesän aikaisesta vedenlaadusta. Hyvien kokemusten perusteella tätä seurantaan tullaan jatkamaan Perämeri Life -projektin päättyttyä.

Kasviplankton

Vesipuitedirektiivin mukaan ekologisen tilan arvioinnin tulee perustua biologisiin laatutekijöihin. Kasviplankton on vapaan veden biologinen laatutekijä. Tällä hetkellä kasviplanktonia analysoidaan vain muutamilla asemilla. Puutteellisinta sen seuranta on ennen kaikkea Ruotsin puoleisella rannikkoalueella.

Pohjaeläimet

Pohjaeläimistö kuuluu vesipuitedirektiivin biologisiin laatutekijöihin. Se ilmentää ympäristössä tapahtuvia muutoksia ja biologista monimuotoisuutta. Lisäksi pohjaeläimet ovat kalojen ja lintujen ravintoa. Suomessa ja Ruotsissa pohjaeläimistön seurantastrategiat ovat erilaiset. Ruotsissa kansallista pohjaeläimistön seurantaan tehdään neljällä alueella Perämeressä ja kahdella alueella Merenkurkussa. Tällä hetkellä ohjelma on sovitettu koko maahan, ja sen tilastollinen vahvuus on suuri työpanoksiin ja kustannuksiin suhteutettuna. Samaa menetelmää käytetään Skellefteån edustan velvoitetarkkailussa ja Holmön luonnonsuojelualueella. Olisi toivottavaa, että muutkin velvoitetarkkailuohjelmat siirtyisivät käyttämään samaa menetelmää. Suomen puoleisella Perämerellä ei ole tällä hetkellä kansallista pohjaeläimistön seuranta. Pohjaeläinseuranta sisältyy ainoastaan velvoitetarkkailuohjelmiin. Kansallista ohjelmaa, joka tulee käsittämään myös Perämeren, ollaan valmistelemassa. On mahdollista, että ruotsalainen menetelmä otetaan käyttöön.

Vesikasvillisuus

Vesikasvillisuus kuuluu vesipuitedirektiivin biologisiin laatutekijöihin. Matalat merenlahdet, joissa on runsas kasvillisuus, ovat muun muassa tärkeitä kalojen lisääntymisalueita. Silti näistä arvokkaista alueista ja eri toimintojen vaikutuksista niihin on vain niukasti tietoa. Kasvillisuuskartoituksia tehdään muutaman vuoden välein Holmön suojelualueella. Muitakin yksittäisiä tutkimuksia Ruotsin puolella on tehty, mutta niiden menetelmät ja laajuus vaihtelevat (liite 10). Suomessa on meneillään kansallinen ohjelma kuudella Itämeren rantavyöhykkeen seuranta-alueella, joista kolme on Perämerellä. Suojelun arvoisten alueiden kartoitus ja seuranta kohteeksi valittavilla alueilla tulisi toteuttaa muutaman vuoden välein. Inventointimenetelmät tulisi yhtenäistää ja sopeuttaa Perämeren olosuhteisiin. Kaukokartoitusten ja ilmakuvatulkintojen soveltuvuus vesikasvillisuuden tunnistamisessa ja inventoinnissa tulisi selvittää.

Kalat

Kalat eivät ole sisältyneet Perämeri Life –projektin aihepiiriin. Ne kuuluvat kuitenkin oleellisena osana vesiympäristön seurantaan, ja niiden seurantaan liittyviä seikkoja on projektin aikana tunnistettu. Toimenpiteiden tarpeesta ja toteutuskeinoista tulee luonnollisesti keskustella asiaa hoitavien viranomaisten kanssa, jotka eivät ole olleet projektissa mukana.

Nykyistä parempien kanta-arvioiden tekemiseksi sekä kestäväällä pohjalla olevan kalojen hyödyntämisen mahdollistamiseksi tarvitaan kattavampi kuva kalojen määrästä, kannanvaihteluista, vaelluksista sekä kutu- ja kasvualueista. Muiden kuin kaupallisesti tärkeiden lajien seurantaan olisi tehostettava erityisesti rannikkoalueilla. Askel tähän suuntaan on ollut Ruotsin rannikkoalueiden koekalastusmenetelmien ja -strategian kehittäminen. Kalojen terveydentilaa seurataan Perämerellä tällä hetkellä vain Holmössä, joka on eteläisellä Perämerellä Ruotsin vertailualue. Perämeressä havaitut korkeat haitallisten aineiden pitoisuudet ja rannikolle sijoittuva teollisuus antavat aiheita kalojen terveyttä koskevan seurannan laajentamiselle.

Muu biologinen seuranta

Linnustokartoituksia tehdään paikoitellen, erityisesti arvokkailla lintujen pesimä- ja ruokailualueilla. Näistä voi mainita Liminganlahden Oulun lähistöllä, jossa linnustoa on seurattu vuosittain vuodesta 1954 alkaen. Perämeren säännöllinen linnuston seuranta käsittää merikotkaseurannan sekä Holmön luonnonsuojelualueen pesivät linnut. Suomen rannikolla arvokkaat lintuvesialueet inventoidaan viiden vuoden välein. Yksittäisiin lajeihin liittyvää seurantaan tehdään vuosittain ja merenrantaniittyjen hoitotoimenpiteiden vaikutuksia linnustoon seurataan. Vapaa-ajan veneily ja laajentunut vesialueiden käyttö häiritsevät lintujen pesintää kesäisin. Arvokkaiden alueiden kartoitus ja linnustoa koskeva seuranta ovatkin tarpeen erityisesti alueilla, joilla käytön ja muun häirinnän riski on suuri. Vapaaehtoiset järjestöt ja yksityishenkilöt tekevät jo nyt havaintoja lukuisilla alueilla. Nämä havainnot tulisi saada osaksi ympäristön seurantaan. Tällöin erityistä huomiota olisi kiinnitettävä havaintojen laadun varmistukselle.

Hyljekantojen seurannassa on tehty kartoituksia useiden maiden yhteistyönä. Hyvä esimerkki on vuoden 2004 lentolaskenta. Vuosittain tehtävien laskentojen menetelmät ovat kuitenkin erilaiset Suomessa ja Ruotsissa. Lentolaskennat ovat suositeltavia luotettavuutensa vuoksi, koska riski samojen yksilöiden laskemiseen useammin kuin kerran on pienempi kuin maalta tai merestä laskettaessa. Myös laadunvarmennus on hyvä, koska kuvat voi tallentaa.

Biologisen seurannan kattavuutta eri eliöryhmiin tulisi laajentaa. Myös harvinaisten tai erityisen herkkien lajien esiintymistä olisi seurattava. Sama koskee alueelle uusia lajeja, jotta niiden vaikutuksia ekosysteemin tasapainoon voitaisiin arvioida.

Ympäristömyrkyt

Eliöstön ympäristömyrkyjen seurantaohjelmat kattavat kansallisella tasolla yhteensä viisi asemaa. Niillä mitataan tiettyjen aineiden pitoisuuksia silakassa, ahvenessa, kivenlilkassa ja hauessa. Ravintoketjun huipulla olevien kuluttajien, kuten hylkeiden, säännölliset pitoisuusmittaukset puuttuvat. Pohjasedimentin ympäristömyrkyjen kartoituksia tehdään satunnaisesti ja vaihtelevalla laajuudella, eivätkä ne kuulu säännölliseen seurantaan. Yleensä ottaen kartoituksissa on keskitytty muutamiin suhteellisen hyvin tunnettuihin aineisiin, joista useimpien kehityssuunta onkin ollut pitkällä aikavälillä laskeva. Seuranta tulisi laajentaa kattamaan useampia aineita ja nimenomaan

aineita, jotka eivät ole aikaisemmin olleet seurannan kohteena. Niitä voisi ottaa mukaan analyysihin ilman lisäkustannuksia vähentämällä niiden aineiden mittaussarjoja, jotka ovat jatkuvasti määritystarkkuuden tuntumassa tai jäävät sen alapuolelle.

Näytteiden esikäsittely ja analyysien määritystarkkuus voivat erota eri laboratoriodien välillä. Näiden seikkojen merkitystä tuloksiin tulisi selvittää, jotta eri laboratoriodien ja mittaussarjojen vertailu olisi helpompaa. Yksittäisten näytteiden analysointi kokoomanäytteiden sijaan mahdollistaa yksilöiden ja eri vuosiluokkien välisen vaihtelun havaitsemisen. Tämä lisää kuitenkin kustannuksia, koska analyysien lukumäärä kasvaa. Ympäristömyrkkyanalyysit ovat kalliita, joten maiden välinen tiivis yhteistyö olisi hyödyksi.

Haitallisten aineiden pitoisuuksien mittaaminen eliöistä, sedimentistä tai vedestä ei anna välttämättä kuvaa siitä, mitä vaikutuksia aineilla on eliöihin ja koko ekosysteemiin. Ympäristömyrkyille herkäät eliöt antavat suhteellisen nopeasti viitteitä aineiden biologisista vaikutuksista. Tällaisista syy-seuraussuhteista tarvitaan lisää tutkimustietoa, jonka perusteella seuranta on mahdollista kehittää. Seurannan tulosten tulisi näkyä myös mahdollisissa kalojen syöntirajoituksissa. Sinisimpukkaa käytetään yleisesti ympäristömyrkkujen seurannassa, mutta sitä ei esiinny suuressa osassa Perämerta. Raskasmetalleja onkin seurattu *Lymnea*-kotiloista Rönnskärin edustan mittausasemilla. *Lymnea* on paikallinen ja lyhytikäinen, ja näytteenotto on suhteellisen helppoa. Sen soveltuvuutta muiden alueiden ja muiden ympäristömyrkkujen seurantaan kannattaisi selvittää.

Velvoitetarkkailuohjelmia on mahdollista muokata sen mukaan, mitä vaikutuksia tarkkailualueella on ja miten ne ilmenevät. Tämän vuoksi tarkkailuvelvolliset tekevät jonkin verran myös ympäristömyrkkyselvityksiä, jotka eivät suoraan sisälly tarkkailuohjelmiin. Tieto tehdyistä analyyseistä on osin vaikeaselkoista, koska menetelmien ja tulosten kuvaus eli dokumentointi on hyvin vaihtelevaa. Periaatteena tulisi olla, että kansallisen ympäristömyrkköseurannan ja velvoitetarkkailuohjelmien tuloksia voidaan verrata keskenään. Tätä edistäisi esimerkiksi se, että mittaukset tehtäisiin samalla menetelmällä samoista eliöistä tai muista mitattavista kohteista silloin, kun se on mahdollista.

Haitallisten aineiden seuranta on Suomessa vähäistä. Ympäristöhallinnon seurantaohjelmiin sisältyy vain muutamia haitallisia aineita, lähinnä raskasmetalleja ja ns. klassisia aineita kuten PCB:tä ja DDT:tä sekä dioksiini- ja furaaniyhdisteitä. EU-säädökset, tärkeimpinä vesipuitedirektiivi ja vaarallisten aineiden direktiivi, edellyttävät huomattavasti kattavampaa tietoa haitallisten aineiden pitoisuuksista. Myös kansainvälisten sopimusten toteuttamisessa (YK, HELCOM, OSPAR) sekä kansainväliseen kemikaaliyhteistyöhön liittyvissä tehtävissä (OECD, Arktinen neuvosto) tarvitaan tietoa haitallisten aineiden pitoisuuksista. Ruotsissa haitallisten aineiden kartoitus ja seuranta on laajempaa ja systemaattisempaa kuin Suomessa. Vesipuitedirektiivin mukaan suurta määrää haitallisia aineita tulee analysoida kuukausittain vedestä. Tästä aiheutuu suuria kustannuksia ja vesianalyysit antavat yleensä vain hetkittäisen kuvan mitattavista pitoisuuksista. Perämeren alueella analysointiin soveltuvat paremmin pohjasedimentti ja elävät oliot, joihin haitalliset aineet kertyvät.

Toimenpide-ehdotuksia: ympäristön seurannan toteuttaminen

Asemaverkosto

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Rannikon seuranta-asemien lisääminen Ruotsin puolella Perämerta ■ Avomeren seuranta-asemien yhtenäistäminen Suomen puolella Perämerta | <ul style="list-style-type: none"> ■ Selvitys tarpeista ja mahdollisuuksista hoitaa avomeren seuranta maiden yhteistyönä ■ Rannikon velvoitetarkkailuohjelmien harmonisointi |
|--|--|

- Kalakantojen seurantaan liittyvä yhteistyö kalatalousviranomaisten ja alan tutkimuslaitosten kanssa
- Automaattisella mittausjärjestelmällä varustetun aluksen käyttö seurannassa myös Ruotsin puolella

Vapaan veden muuttajat

- Epäorgaanisten ravinteiden (nitriitti, nitraatti, ammonium, fosfaattifosfori) analysointi velvoitetarkkailuissa
- Ravinteiden analysointi myös talvella.

Kasviplankton

- Kasviplanktonmääritykset velvoitetarkkailuohjelmiin

Pohjaeläimistö

- Suomen rannikon kattavan pohjaeläinseurannan käynnistäminen
- Seurannan harmonisointi Suomessa ja Ruotsissa. Ruotsin kansallisen menetelmän testaaminen Suomen puolella
- Ruotsin kansallisen menetelmän testaaminen velvoitetarkkailuissa

Vesikasvillisuus

- Perämeren arvokkaiden matalikkojen perusinventointi ja tunnistaminen
- Kasvillisuuskartoituksessa käytettävien menetelmien sopeuttaminen Perämeren olosuhteisiin. Yhteisten menetelmien käyttöönotto Suomessa ja Ruotsissa
- Kasvillisuuden säännöllisen seurannan (muutaman vuoden välein) käyttöönotto erikseen valittavilla merenlahdilla
- Kaukokartoituksen käyttökelpoisuuden selvittäminen vesikasvillisuuden tunnistamisessa ja inventoinnissa

Ympäristömyrkyt

- Eliöstön ympäristömyrkyseurannan menetelmien harmonisointi Ruotsissa ja Suomessa; kansalliset seurannat sekä velvoitetarkkailut
 - näytteenottomenetelmien kartoitus
 - laboratoriodien esikäsittelymenetelmien, määritystarkkuuden ym. inventointi, eri menetelmien merkitys analyysituloksiin
 - pyrkimys yksittäisten näytteiden analysointiin kokoomanäytteiden sijasta
 - analysoitavien aineiden priorisointi

- Määritystarkkuuden alapuolelle jäävien mittaussarjojen tarpeen analysoiminen. Resurssien uudelleen suuntaaminen uusiin ja/tai prioriteettiaineisiin.
- Säännölliset pitoisuusmittaukset ravintoketjun huipulla olevista kuluttajista
- Pohjasedimentin ympäristömyrkyjen säännöllinen kartoitus vaihtoehtona tai täydennyksenä eliöstön ympäristömyrkyjen analysointiin
- Ympäristömyrkyseurannan hyödyntäminen kalojen syöntirajoitusten yhteydessä
- Vaihtoehtoisten eliöiden (esim. Lymnea) soveltuvuuden selvittäminen Perämeren ympäristömyrkyjen seurannassa
- Sen selvittäminen, mitkä EU:n listalla olevista prioriteettiaineista on tarkoituksenmukaista mitata vedestä Perämerellä

Kalat

- Yhteistyön kehittäminen kalatalousviranomaisten ja alan tutkimuslaitosten kanssa, aiheina esimerkiksi:
 - kalojen lisääntymisalueiden tunnistaminen
 - rannikkokalojen seurannan laajentaminen myös ei-kaupallisiin lajeihin sekä yhteisten menetelmien käyttäminen Ruotsissa ja Suomessa
 - uusien koekalastusmenetelmien käyttöönotto Ruotsin rannikkokalastusprojektin kokeusten ja tulosten perusteella
 - kalojen terveydentilan seurannan laajentamistarpeen selvittäminen
 - uhanalaisten kalakantojen esiintymisen selvittäminen

Muu biologinen seuranta

- Yhteistyön käynnistäminen biologista seurantaan tekevien tahojen kanssa, aiheina esimerkiksi:
 - linnustoa koskevan seurannan laajentaminen rannikolla
 - hylkeiden seurantamenetelmien harmonisointi

4.2 Laadun varmistaminen

Kansainvälisiä seurannan suuntaviivoja ja standardeja koskevaa tietoa löytyy HELCOM:in kautta (*COMBINE guidelines*). Näihin perustuen on laadittu kansallisia suuntaviivoja ja ympäristön seurannan käsikirjoja. Fysikaalis-kemiallisten muuttujien standardisointi on pisimmällä. Vesiputedirektiivi asettaa uusia vaatimuksia ympäristön seurantaohjelmille, mutta myös menetelmien standardisoinnille, strategioiden harmonisoinnille sekä laadun varmistuksen dokumentoinnille. Seurantajärjestelmällä saavutetut luotettavuus- ja tarkkuusarvot on ilmoitettava vesienhoitoalueen hoitosuunnitelmassa.

Ympäristöviranomaiset tarvitsevat jatkuvasti päätöksentekoa varten luotettavaa ja laadukasta tietoa ympäristöstä kuormittavista tekijöistä ja ympäristön tilasta. Tiedon laatutasoa voidaan parantaa tiedontuottajille asetettavilla yhdenmukaisilla vaatimuksilla. Ruotsissa menetelmien ja strategioiden kansallisia suuntaviivoja on kuvattu tutkimusmalleina ympäristön seurannan käsikirjassa. Jos tutkimusmalli on olemassa, sitä on noudatettava. Jokaisella osaohjelmalla tai tutkimuksella on laatuselvitys, joka kertoo, mikä on riittävä tai luotettava tiedonlaatu. Joissakin tapauksissa laatuselvitys ilmaisee myös sen, millä todennäköisyydellä tietty muutos voidaan ohjelman avulla havaita. Suomen ympäristönsuojelulaki edellyttää, että mittaukset, testaukset, selvitykset ja tutkimukset tehdään pätevästi, luotettavasti ja tarkoituksenmukaisin menetelmin. Viranomaistarpeisiin tietoa tuottavien ympäristöntutkimuslaitosten pätevyysvaatimuksia ollaan kehittämässä. Tarkoituksena on luoda yhdenmukainen koko tiedontuotantoketjua näytteenotosta raportointiin koskeva laadunvarmistusjärjestelmä eri sektoreilla toimiville tiedontuottajille. Tutkimusten ja -seurantojen laatutason parantamiseksi SYKE:n yhteydessä toimii ympäristönäytteenottajien henkilösertifiointijärjestelmä, joka tarjoaa mahdollisuuden varmistaa hakijan pätevyys ympäristönäytteenottoon sekä ympäristömittaus- ja havainnointitoimintaan. Ympäristöhallinnon laboratorioverkkoon kuuluvat laboratoriot tuottavat merkittävän osan ympäristön seurannan ja tutkimuksen analytiikasta. SYKE:n laboratorio toimii lisäksi ympäristöministeriön määräämänä kansallisena vertailulaboratoriona. Sen tehtävänä on taata, että laitosten viranomaistarkoitukseen tuottama tieto on korkealaatuista ja vertailukelpoista. Tämä varmistetaan muun muassa järjestämällä analytiikan tuottajille pätevyyskokeita, kehittämällä ja standardisoimalla menetelmiä ja kouluttamalla ympäristöalan laitosten asiantuntijoita.

Perämeri Life -projektissa on verrattu rannikkovesien seurantaohjelmien strategioita, laajuutta ja rakennetta. Näytteenotto- ja laboratorioanalyysien menetelmien eroja ei ole verrattu. Tätä kuitenkin tarvittaisiin, jotta tulevaisuudessa ohjelmat voitaisiin harmonisoida ja maiden välisiä standardisointeja voitaisiin yhtenäistää. Tämä varmistaisi Perämeren tilaa koskevien tulosten vertailukelpoisuuden ja siten yhdenmukaisen tilan arvioinnin.

Monien velvoitetarkkailuohjelmien kuvauksissa laadun varmistus ei käy selvästi ilmi. Kenttähenkilökunta on joka tapauksessa koulutettu näytteenottoa varten, ja analyysit tehdään standardisoitujen menetelmien mukaan akkreditoiduissa laboratorioissa. Ohjelman tulee olla laadittu niin, että se vastaa tavoitteita riittävällä varmuudella ja tarkkuudella. Sen avulla tulee voida havaita tietyssä muuttujassa 20 % muutos viiden vuoden jaksossa. Ohjelmasta tulee selvästi ilmetä tilastollinen vahvuus tällaisen muutoksen havaitsemiseksi. Tiettyjen parametrien luonnollinen vaihtelu voi olla erittäin suurta, mikä puolestaan voi johtaa siihen, että mitattava muuttuja ei sovellu toiminnasta aiheutuvien muutosten havaitsemiseen. On punnittava, mitkä muuttujat ovat oleellisia ja antavat vastauksen tarkkailu- tai seurantaohjelmassa esitettyihin kysymyksiin. Ohjelman toteuttajan tulee osoittaa, kuinka laatuvaatimukset täytetään.

Toimenpide-ehdotuksia: laadun varmistus

- Seuranta- ja tarkkailuohjelmissa käytettävien menetelmien erojen (näytteenotto, laboratorio-analyysit jne.) analysoiminen
- Seurannan ja -tarkkailun laatujärjestelmien harmonisointi ja sopeuttaminen vesipuitedirektiivin vaatimuksiin
- Standardisoitujen menetelmien (esimerkkinä Ruotsin tutkimusmallit) työstäminen, mikäli tällaiset menetelmät puuttuvat
- Ohjelmien tilastollisen vahvuuden arvioiminen
- Ympäristön seuranta- ja velvoitetarkkailuohjelmien laadun varmistuksen selkeä dokumentointi sekä harmonisointi kansallisen seurannan kanssa

4.3 Tietojen tallentaminen ja säilyttäminen

Ruotsissa seurannan toteuttajat lähettävät tuloksensa tiedon laadusta riippuen eri tietokantojen ylläpitäjille. Järjestelmän vahvuutena on se, että tietokantojen ylläpitäjät ovat asiantuntijoita, mikä takaa laadun varmistuksen ja tulosten arvioinnin. Lisäksi tietokannat on suunniteltu niin, että ne soveltuvat kulloisellekin tiedolle. Tietojen saatavuus on hyvä, koska tietokannat ovat suureksi osaksi web-pohjaisia. Näin tietoa on mahdollista saada suoraan Internetistä. Järjestelmä koskee kuitenkin lähinnä asemia, jotka ovat mukana Naturvårdsverketin vetämissä kansallisissa ohjelmissa. Kansallisen ja alueellisen ympäristön seurannan tulokset ovat julkisia, mutta tietokantojen ylläpitäjät kontrolloivat tiedon käyttötarkoituksia. Web-pohjaiset tietokannat ovat käyttäjäystävällisiä, mutta niissä on omat rajoituksensa. Esimerkiksi tiedon yksikköä ei voi valita eikä tulosten taustalla olevia laskelmia esitellä.

Tiedon jakaantuminen eri tietokantoihin johtaa siihen, että tietoa täytyy hakea useista paikoista, eivätkä tietokannat ole yhtenäisiä. Esimerkiksi tiedon kerääminen Ruotsista Perämeri Lifin tietokantaan on ollut aikaa vievää. Tieto joudutaan keräämään eri tietokannoista ja sen siirtämiseksi Suomeen tarvitaan erityistä formaattia. Suomessa Länsi-Suomen ympäristökeskus hallinnoi Perämeri Lifin ympäristötietokantaa, jota tullaan ylläpitämään jatkossakin. Tiedon siirtämisen helpottamiseksi tulee selvittää automaattisen tiedonsiirron ja makron käytön mahdollisuudet. Ihannetilanteessa tietomatriisit olisivat yhtenäiset eri tietokannoissa, mutta tämä on epärealistista, eikä edes teknisesti mahdollista toteuttaa. Tiedon keruusta Perämeri Lifin tietokantaa varten on laadittu ohjeisto, jota tullaan tarpeen mukaan kehittämään niin, että lääninhallitukset voivat kerätä tarvittavaa tietoa ja siirtää sen Suomeen mahdollisimman joustavasti.

Norrbottenin velvoitetarkkailutuloksia tallennetaan tällä hetkellä vain toiminnanharjoittajien omiin tietokantoihin. Tietoa voi löytyä myös seurantaa toteuttavilta konsulteilta, mutta sitä ei ole välttämättä varmistettu. Norrbottenissa raportointi lääninhallitukselle tapahtuu tämän vuoksi ympäristöraportteina. Kevään 2004 aikana lääninhallituksessa on kehitetty velvoitetarkkailua koskeva tietokanta. Tiedon siirtäminen siihen tapahtuu käsin. Toistaiseksi puuttuvat selkeät raportointikaavakkeet, jotka helpottaisivat tiedon syöttämistä. Västerbottenin lääninhallituksen DMN-tietokantaan toimitetaan tuloksia Uumajanjoen suiston alueellisesta tarkkailusta. Vesipuitedirektiivin myötä vaatimukset laadun varmistukselle, dokumentoinnille ja raportoinnille tulevat kasvamaan. Velvoitetarkkailutietoa voi siksi tulevaisuudessa olla tarpeen tallentaa kansalliseen tai alueellisiin tietokantoihin. Mahdollisuudet tähän tulee selvittää tietokantojen ylläpitäjien kanssa.

Suomessa Hertta on tietojärjestelmäkokonaisuus, joka koostuu ympäristön kuormituksen ja valvonnan, vesivarojen ja ympäristön seurannan, luonnonsuojelun sekä alueiden käytön suunnittelun ja ohjauksen toimintoja palvelevista perustietojärjestel-

mistä. Hertassa hyödynnetään myös ympäristöhallinnon paikkatietoaineistoja. Järjestelmään kootaan ympäristöhallinnon keräämää ja tuottamaa tietoa. Julkisen valvonnan alaiset vesitutkimuslaitokset toimittavat vesistötarkkailutulokset vähintään neljännesvuosittain sähköisessä muodossa alueellisille ympäristökeskuksille, jotka siirtävät ne pintavesien tila -tietojärjestelmään. Vuonna 2001 otettiin käyttöön uusi määrittyskoodisto ja aiempaa joustavampi tiedonsiirtoformaatti. Hertta on tarkoitettu ympäristötietoa tehtävissään tarvitsevien perustyövälineeksi, ja sen rakentamisen keskeisenä tavoitteena on ympäristötietojen hyväksikäytön tehostaminen. Hertta on kaikkien ympäristöhallinnon työntekijöiden vapaasti käytettävissä. Sen lisäksi ympäristöhallinnon yhteistyöasiakkaiden on mahdollisuus saada suora käyttöpalvelu käyttöönsä. Palvelusta velotetaan käyttöliittymämaksu. Herttaan lisätään uusia osajärjestelmiä vähitellen. Ympäristöhallinto ottaa pohjaeläintietojärjestelmän käyttöön 1.1.2005 alkaen. Järjestelmään tullaan tallentamaan ympäristöhallinnon sekä mahdollisimman kattavasti tarkkailuvelvollisten toiminnanharjoittajien pohjaeläinaineistoja. Myös julkaisuista ja raporteista on mahdollista tallentaa aineistoja järjestelmään.

Hertta on Internet-sovellustekniikoilla toteutettu tietojärjestelmäkokonaisuus. Käyttöliittymä toimii www-selaimella ja varsinainen sovellus, tietokanta sekä karttojen tuottaminen omilla palvelinkoneillaan. SYKE:n ja alueellisten ympäristökeskusten Internet-sivuilla löytyy tietoa ympäristön tilan seurannoista sekä velvoitetarkkailuista. SYKE:n sivuilla on koosteita koko maan tilanteesta sekä yleistä tietoa velvoitetarkkailusta, muun muassa merkittävimmät velvoitetarkkailualueet sekä kartta Suomen velvoitetarkkailun vedenlaadun havaintopaikoista. Alueellisten ympäristökeskusten sivuilla on alueellista tietoa yhteistarkkailuista, mutta ei yksityiskohtaista tietoa asemaverkostosta, muuttujista ja menetelmistä. Näiltä sivuilla löytyy linkkejä muiden seuranta tekevien tahojen ja tutkimushankkeiden sivuille. Velvoitetarkkailun tulokset ja niistä laaditut raportit ovat julkisia. Haitankärsijöillä sekä muilla ympäristön tilasta kiinnostuneilla on halutessaan mahdollisuus tutustua raportteihin.

Toimenpide-ehdotuksia: tiedon kokoaminen

Seuranta- ja tarkkailutietoa kootaan eri tavalla Suomessa ja Ruotsissa. Tämän vuoksi maille on sekä erillisiä että yhteisiä toimenpidesuosituksia.

Ruotsi

- Kansallisen ympäristön seurannan tietokantojen yhtenäistäminen (tiedon yksityiskohtaisuus, asemanimitykset, kartat, yksiköt jne.)
- Ruotsin alueellisesta ympäristön seurannasta ja velvoitetarkkailusta saadun tiedon kokoaminen. Alueellisten tietokantojen raportointiformaattien kehittäminen
- Mahdollisuudet nykyisten tietokantojen haltijoiden hyödyntämiseen vesipuidedirektiivin vaatimusten mukaisen tiedon kokoamisessa. Velvoitetarkkailua koskevan tietokannan tarpeellisuus kansallisella ja alueellisella tasolla

Suomi

- Konsulttien tuottaman vesistötarkkailutiedon toimittamisen nopeuttaminen pintavesien tila -rekisteriin
- Tieto tarkkailuohjelmista saataville Internetiin samassa formaatissa (näyteasemat, kartat, koordinaatit, mitattavat muuttujat jne.)

Ruotsi ja Suomi

- Makrojen kehittäminen tietojen automaattiseen tiedonsiirtoon Ruotsin ohjelmista Perämeri-ympäristötietokantaan.

- Ruotsista Perämeri-ympäristötietokantaan tulevan tiedon keräämistä koskevan ohjeiston päivittäminen ja korjaaminen tarpeen mukaan.
- Perämeri Life- ja Merenkurkun ympäristöprojektien tietojenkeruun/tietokantojen yhdistämismahdollisuuksien selvittäminen

4.4 Arviointi ja raportointi

Itämeren tilasta ilmestyy HELCOM:in kautta raportti viiden vuoden välein. Raportti on yhteenveto kaikesta merta koskevasta seurannasta, jota tehdään Itämeren ympäröivissä valtioissa. Yksittäiset merialtaat eivät saa kovin paljon huomiota näin kattavassa raportissa, ja kuvaukset ovat melko yleisellä tasolla, jolloin Perämeri jää helposti Itämeren altaan ja Suomenlahden rehevöitymisongelmien varjoon. Onkin tarvetta arvioida Perämeren ympäristön tilaa myös alueellisesta näkökulmasta. Hyvä esimerkki on Ruotsin kansantajuisesti laadittu tieteellinen vuosiraportti Pohjanlahden kansallisesta seurannasta. Pohjanlahden raportin hyviä puolia on, että se ilmestyy vuosittain, on helposti luettavaa ja yhdistää erilaisia seurantatuloksia. Lisäksi raportti esittelee ajallista kehitystä sekä ajankohtaisia teemoja. Haittana on, että raportti käsittää ainoastaan kansallisen seurannan, jolloin suurin osa rannikosta jää käsittelemättä. Suomen puolella on muutaman vuoden välein ilmestynyt arviointi rannikkovesien tilasta. Raportti ottaa kansallisen seurannan lisäksi laajalti huomioon myös velvoitetarkkailuista ja tutkimuksista saadut tulokset. Raportti on kattavampi, mutta ei yhtä kansantajuinen kuin vastaava ruotsalainen vuosiraportti.

Perämeri Life -projektissa on tehty selvitys Perämeren erityispiirteistä ja kuormituksesta. Työssä on hyödynnetty sekä suomalaisia että ruotsalaisia lähteitä. Myös ympäristöongelmia on arvioitu tältä pohjalta. Vastaavanlaista yhteistyötä ja tietojen päivittämistä tarvitaan Perämeren tilan arvioinnissa myös jatkossa. Tulevaisuudessa näytteenottomenetelmien ja laboratorioanalyysien eroja on tarkasteltava yksityiskohtaisemmin, jotta Ruotsin ja Suomen eri seurantaohjelmien tietoja voidaan paremmin vertailla ja yhdistää.

Toimenpide-ehdotuksia: arviointi ja raportointi

- Perämeren tilaa koskevan arvioinnin päivittäminen yhteistyössä Suomen ja Ruotsin välillä
- Perämeren tilaa koskevan arvioinnin uusiminen ja kehittäminen sen jälkeen, kun maiden seuranta- ja tarkkailuohjelmien erot on analysoitu
- Kansantajuisten ja tieteellisten raporttien säännöllinen julkaiseminen Perämeren seurannasta ja ympäristön tilasta
- Tiedot raporteista ja muista julkaisuista esimerkiksi Perämeri Lifin Internet-sivuille. Linkkejä Internetistä löytyviin julkaisuihin

4.5 Ohjelmien sisällön kuvaus

Perämeri Life -projektissa on koottu tietoja Perämerellä säännöllisesti toteutettavista veden laadun seuranta- ja tarkkailuohjelmista. Yksityiskohtaiset tiedot ohjelmien sisällöstä ovat olleet hyvin vaihtelevia, koska tiedot on kerätty eri lähteistä. Myös virheellisiä tietoja on löytynyt. Veden laatu- sekä pohjaeläinohjelmien dokumentointi on ollut yleensä hyvä sekä Suomessa että Ruotsissa. Ympäristömyrkyjen seurantaohjelmat ja biologisten selvitysten kuvaukset, samoin kuin epäsäännöllisesti tehtävien selvitysten kuvaukset, ovat sen sijaan usein puutteellisia. Kansalliset ja alueelliset ohjelmat on yleensä kuvattu hyvin. Ne tehdään tiettyä ohjelmajaksoa varten, jonka jälkeen ne tarkistetaan. Velvoitetarkkailuohjelmien dokumentointi on vaihtelevaa. Suomen velvoitetarkkailuohjelmat on laadittu tiettyä ohjelmajaksoa varten, kun taas Ruotsissa vastaavat ohjelmat ovat jatkuvasti muuttuvia, koska niitä korjataan tarpeen mukaan.

Joihinkin ohjelmiin kuuluu selvityksiä, joita ei tehdä vuosittain. Ne voivat liittyä esimerkiksi kasvillisuuskartoituksiin, ympäristömyrkyihin ja kalojen terveydentilaan. Näistä selvityksistä ei usein löydy mainintoja tarkkailuohjelmissa. Tehdyt selvitykset tulisi aina listata ohjelma-asiakirjoihin. Mikäli selvityksiä on tehty tarkkailualueella, pitäisi tuloksista liittää yhteenvedo vuosiraporttiin. Tällä tavalla näiden usein kalliiden selvitysten tulokset tulisivat paremmin esille. Suomessa veloitettavien tarkkailuraporteissa on yhteenvedot erillisistä selvityksistä tai alueella käynnissä olevista tutkimushankkeista.

Suomen puolella tehtävästä seurannasta ja vesistötarkkailusta on karttoja SYKE:n sivuilla. Ruotsissa tietokantojen ylläpitäjien kotisivuilla on säännöllisesti ohjelmien lyhyt esittely sekä asemaverkoston yleiskartta Ruotsi-mittakaavassa. Internetissä olisi kuitenkin tarvetta myös yksityiskohtaisemmille kartoille, joista kävisi ilmi asemien sijainti alueellisella ja paikallisella tasolla. Ympäristöviranomaisille olisi käyttöä myös kansallisista ArcView -karttatasoista, joissa olisi näyteasemaverkoston ja ympäristön seurantaohjelmien esittely. Vesipuitedirektiivin raportointi asettaa vastaavatyypisiä vaatimuksia.

Käytännön työssä ongelmana on ollut se, että Ruotsin ja Suomen koordinaattijärjestelmät ovat erilaiset. Jotta toisen maan näyteasemia voi esitellä ArcViewin avulla, vaaditaan asemien sijaintitietojen muuntaminen oman maan koordinaattijärjestelmään. Tulevaisuuden Perämeren koskevassa jatkoyhteistyössä tämän voisi hoitaa niin, että käyttäjä voi tehdä koordinaattimuunnoksen. Toinen vaihtoehto on, että Perämeren asemat merkitään etukäteen Ruotsin ja Suomen koordinaattijärjestelmiin. Perämeren valuma-alueelle on tällä hetkellä käytössä erilaisia digitaalisia karttapohjia. Ruotsissa käytetään Nordenbas-karttaa (mittakaava 1:1 000 000), joka sopii Pohjolan tai Perämeren esittämiseen yleisellä tasolla. Kartassa on myös teematasot jokia, kaupunkeja, teitä ym. varten. Alueellisella tasolla kartta on liian karkea. Suomessa on käytössä tarkempi karttapohja, josta kuitenkin puuttuvat Ruotsin puoleiset joet. Rannikkoviiva sen sijaan esitetään hyvin yksityiskohtaisesti. Tällä hetkellä toisen maan karttapohjien käyttöön tarvitaan erityislupa. Yhteinen karttapohja helpottaisi Perämeren alueen yhteistyötä. Kartta voisi periaatteessa olla Nordenbas-tyyppinen, mutta sen tulisi olla tarkempi. Lisäksi kartan tulisi olla muunnettavissa molempien maiden koordinaattijärjestelmiin. Kummallakin maalla tulisi olla käyttöoikeus karttatasoihin.

Yleisvaikutelmana on, että Perämeren alueella tapahtuvasta seurannasta ja tarkkailusta on vaikea saada kokonaiskuvaa. Tämän vuoksi tarvitaan täsmällisempää ohjelmien dokumentointia. Perämeri Life -projektissa on laadittu karttoja, jotka kuvaavat käynnissä olevaa seuranta- ja tarkkailua. Kartoista saa yleiskuvan asemaverkostoista, näytteenottotilheyksistä ja analysoitavista muuttujista. Karttojen avulla voi tunnistaa seurannan puutteita, kuten esimerkiksi havaita alueita, joita nykyinen verkosto ei kunnolla kata. Meneillään olevat seurantaohjelmat on koottu taulukoksi (liite 9). Nämä koosteet tulisi päivittää 1-2 vuoden välein projektissa luodun kokonaiskuvan pitämiseksi ajan tasalla.

Toimenpide-ehdotuksia: seuranta- ja tarkkailuohjelmien sisällön kuvaus

- Käyttöön tulisi ottaa ohjelmadokumentointimalli, josta käy selkeästi ilmi:
 - ohjelmasta vastaava (rahoittaja) ja näytteenoton ja/tai analysoinnin toteuttaja
 - ohjelman nimi ja ohjelmajakso, yhtenäinen nimi ohjelmadokumenteissa sekä vastuullisen tahon ja toteuttajien sekä tietojen ylläpitäjien Internet-sivuilla
 - näyteasemien nimitykset, yhtenäiset nimet ohjelmadokumenteissa, tietokannoissa, Internetissä ja julkaisuissa
 - kartta, jossa näyteasemat ja koordinaatit

- näytteenotto- ja analyysimenetelmät
- ohjelmaan kuuluvat muuttujat (asemakohtaisesti)
- näytteenottotiheys (asema- ja muuttujakohtaisesti)
- tietojen tallennus ja säilytys
- laadun varmistus
- tulosten raportointi- ja julkaisusuunnitelmat
- ohjelmajaksolle suunnitellut erilliset selvitykset
- luettelo aikaisemmin tehdyistä erillisistä selvityksistä.
- Fiskeriverketin sekä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalakantoja ja kalataloutta koskevat seurantaohjelmat myös ympäristöhallinnon tiedoksi
- Velvoitetarkkailuohjelman hyväksyminen määrätyle ohjelmajaksolle, muuttamismahdollisuus tarvittaessa
- Kansallisen ja alueellisen ympäristön seurannan sekä velvoitetarkkailun karttatason käyttöönotto
- Perämeriä koskevan yhteisen karttapohjan (Ruotsi/Suomi) kehittäminen sopivassa mittakaavassa (yleiskatsaus ja yksityiskohdat)
- Ruotsin ja Suomen ympäristön seurantaa ja velvoitetarkkailua kuvaavien karttojen ja taulukoiden vuotuinen päivittäminen. Taulukoiden esittäminen Perämeri Lifin Internet-sivuilla

4.6 Tiedottaminen yleisölle

Ruotsissa Naturvårdsverketin kotisivuilla esitellään ympäristön seurantaa koskevat strategiat ja käsikirjat, ja siellä on myös lyhyet kuvaukset eri ohjelma-alueista. Sivuille on myös linkkejä eri tietokantojen ylläpitäjien sivuille sekä arviointiraportteihin ja muuhun seurantaan liittyvään tietoon. Myös velvoitetarkkailun tarkoitusta kuvataan yleisellä tasolla. Eri tietokantojen ylläpitäjien kotisivuilla on tietoa seurannan toteuttajista, seurantamenetelmistä, seuranta-asemista, sekä ohjelmaan kuuluvista muuttujista ja julkaistuista raporteista. Suuri osa tiedoista löytyy myös englanniksi. Tietoa on siis paljon, mutta se on monessa paikassa, eivätkä tiedot ole aina yhtäpitäviä. Esimerkiksi ympäristön seurantaohjelmista ja asemista on käytössä monenlaisia nimiä. Västerbottenin ja Norrbottenin Internet-sivuilla on tietoa alueellisesta ympäristön seurannasta. Toinen hyödyllinen lähde on ”Vattenportalen” (www.vattenportalen.se), joka liittyy vesipuitteiden suoraan ja sisältää monenlaista vesiin liittyvää tietoa.

Suomessa yleistä ja tiiviisti esitettyä kansallista ja alueellista seurantaa sekä velvoitetarkkailua koskevaa tietoa löytyy SYKE:n ja alueellisten ympäristökeskusten sekä Merentutkimuslaitoksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Internet-sivuilta. Internetistä ei löydy yksityiskohtaista tietoa asemaverkostoista, menetelmistä ja muuttujista. Itämeri-portaalista (<http://www.fimr.fi/fi/itamerekanta.html>) löytyy tietoa uusimmista Itämeriä koskevista raporteista sekä yleensä Itämerestä ja sen erityispiirteistä.

Perämeri Life -projekti on laatinut ympäristötietokannan, joka sisältää Perämeren näyteasemien mittaustuloksia niin Suomen kuin Ruotsin puolella. Tulokset esitetään kuvina tai omalle koneelle ladattavina taulukkoina. Näyteasemien yhteydessä on lyhyt kuvaus kustakin merialueesta ja niistä seurantaohjelmista, jotka asemilla ovat käynnissä. Ympäristötietokannassa esitellään lähinnä vesikemiallisten mittausten tuloksia, mutta muutakin tietoa Perämeren seurannasta ja tarkkailusta löytyy. Jatkossa on tärkeää päivittää ja laajentaa ympäristötietokantaa ja Perämeri Lifin Internet-sivuja niin, että niissä on uusien mittaustulosten lisäksi mahdollisimman kattavasti tietoa Perämeren ympäristöstä ja käynnissä olevista ympäristön seuranta- ja tarkkailuohjelmista.

Tietoa Perämeren ympäristöstä, seurannasta ja tarkkailuista sekä niiden tuloksista voisi jatkossa levittää yhteisen tiedotteen tai helposti luettavan raportin muodossa.

Tietojenvaihtoa ajatellen yhteiset symposiumit ja konferenssit olisivat erittäin hyödyllisiä. Niistä tieto leviää myös laajemmalle tiedotusvälineiden kautta.

Toimenpide-ehdotuksia: tiedottaminen yleisölle

- Ruotsissa Naturvårdsverketin ja tietokantojen ylläpitäjien sekä seurannan toteuttajien Internet-sivujen tietojen yhtenäistäminen
- Suomessa seuranta- ja tarkkailua koskevaa tietoa Internetiin
- Tiedotuslehti tai raportti Perämerellä suoritettavasta ympäristön seurannasta, uusista hankkeista, julkaistuista raporteista, meneillään olevista projekteista ja tutkimuksista
- Perämeri Lifin kotisivujen ja ympäristötietokannan päivittäminen
- Perämeren tietokannan laajentaminen Perämeren ympäristötyön web-portaaliksi. Tietojen lisääminen esimerkiksi alueen ilmalaskeumasta, kalakannoista, maankäytöstä, ekologisesta tilasta ja ympäristömyrkyistä



OSA 5

Kestävän kehityksen tavoitteet ja painopistealueet

Kestävän kehityksen tavoitteet ja painopistealueet

1 Lähtökohdat

1.1 Meriympäristön suojele Euroopan Unionissa

EU:n ensimmäinen ympäristöohjelma hyväksyttiin vuonna 1973. Kuudes ympäristöohjelma on laadittu vuosille 2002 - 2012, ja se on aikaisemmista ohjelmista poiketen vahvistettu oikeudellisesti sitovalla päätöksellä. EU:n meristrategia (KOM (2002) 539) on yksi kuudesta ohjelmaan sisältyvästä teemakohtaisesta strategiasta. Tavoitteena on laatia yleisiä ohjelmia, joiden pohjalta voidaan tehdä konkreettisia direktiiviehdotuksia. Direktiivit ovat laillisesti sitovia, ja jäsenmaiden tulee sisällyttää ne kansalliseen lainsäädäntöönsä tietyn aikataulun mukaisesti. Maat saavat vapaasti valita, millä keinoin direktiivit pannaan täytäntöön. Tällä hetkellä EU:n jäsenmaissa tehdään töitä vesipolitiikan puitteiden toimeenpanemiseksi. Sen päätavoitteena on, että kaikki pinta- ja pohjavesialueet saavuttaisivat hyvän ekologisen tilan vuoteen 2015 mennessä. Muita Itämeren koskevia direktiivejä ovat nitraatti- ja jätevesidirektiivit sekä habitaatti- ja lintudirektiivit, joiden puitteissa ollaan parhaillaan perustamassa suojelualueverkostoa (Natura 2000). Nitraatti- ja jätevesidirektiivi koskevat ensisijaisesti Itämeren eteläisiä alueita, jotka ovat herkkiä tyyppipäästöille. Nitraatidirektiivin vaatimukset eivät kohdistu Perämereen.

Sen sijaan jätevesidirektiivin soveltamisesta on kiistelty jo vuosien ajan. Teollisuuslaitosten toimilupien haku-, myöntämis- ja tarkistamismenettelystä on säädetty ns. IPPC-direktiivissä (Integrated Pollution Prevention and Control), joka tähtää pistekuormituslähteistä peräisin olevien päästöjen vähentämiseen Euroopan unionin alueella. EU:ssa on vuoden 2002 aikana neuvoteltu myös yhteistä kalastuspolitiikkaa (Common Fisheries Policy – CFP) koskevista suurista muutoksista.

EU-direktiivejä, jotka koskevat Perämeren vedenlaatua ja luontoa. Lähde: <http://www.naturvardsverket.se>

Direktiivi	Numero	Vuosi
Uimaveden laatu	76/160/ETY	1976
Luonnonvaraisten lintujen suojele ("lintudirektiivi")	79/409/ETY	
Muutettu direktiivillä 97/49/EY		1979
Tiettyjen julkisten ja yksityisten hankkeiden ympäristövaikutusten arviointi.	85/337/ETY	
Muutettu direktiivillä 97/11/EY		1985
Vesien suojeleminen maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta ("nitraatidirektiivi")	91/676/ETY	1991
Yhdyskuntajätevesien käsittely ("jätevesidirektiivi")	91/271/ETY	
Muutettu direktiivillä 97/62/EY		1992
Luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojele ("habitaatidirektiivi")	92/43/ETY	
Muutettu direktiivillä 97/62/EY		1992
Toimet ympäristön pilaantumisen ehkäisemisen ja vähentämisen yhtenäistämiseksi (IPPC-direktiivi)	96/61/EY	1996
Vesipolitiikan puitteiden direktiivi ("vesipuitteiden direktiivi")	2000/60/EY	
Muutettu direktiivillä 2455/2001/EY		2000

1.2 Rannikkovyöhykkeen integroitu hallinta

Rannikkoalueilla on suuri merkitys ympäristölle, taloudelle, sosiaaliselle elämälle, kulttuurille ja virkistystoiminnalle. Euroopan parlamentti ja neuvosto antoivat vuonna 2002 suosituksen, jonka mukaan EU:n jäsenmaiden tulee laatia strategia rannikkovyöhykkeensä

integroidulle hallinnalle (Integrated Coastal Zone Management, ICZM). Strategian tavoite on saada taloudellinen kehitys ja rannikkoalueiden käyttö tasapainoon pitkällä aikavälillä. Tämä tarkoittaa, että rannikkoalueiden suojelu ja kansalaisten mahdollisuudet nauttia rannikon käytöstä saataisiin kulkemaan käsi kädessä – luonnon asettamia rajoja kunnioittaen. Vuorovaikutus paikallisten, alueellisten ja kansallisten tahojen välillä on välttämätöntä, jotta eturistiriidat pystytään selvittämään ongelma-alueilla. Kuntien yleiskaavat voivat tässä yhteydessä nousta tärkeään asemaan. Toimivan kuntasuunnittelun edellytyksenä toki on, että ristiriitakysymykset on kartoitettu hyvin etukäteen, ja että näitä tietoja voidaan käyttää suunnittelun pohjana. Suosituksen mukaisia strategioita on alettu työstää EU:n jäsenvaltioissa, ja maiden odotetaan raportoivan komissiolle työn edistymisestä vuoden 2006 alussa.

Itämeren maat ovat hyväksyneet HELCOM:in puitteissa suosituksen rannikko- ja merialueiden integroidusta hallinnasta (2003:24110). Ruotsin meriympäristökomissio (Havsmiljökommissionen) on jättänyt maan hallitukselle mietinnön, jossa painotetaan yhtenäisen meristrategian ja suunnittelun tärkeyttä alueellisen ja paikallisen yhteistyön helpottamiseksi. Perämeren alueella ei ole vielä ryhdytty konkreettisiin toimiin asian edistämiseksi.

1.3 Helsingin komissio

Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelukomissio, HELCOM, on toiminut vuodesta 1974 lähtien. Perämeren kannalta tärkein saavutus on lähinnä vuoden 1992 sopimus Itämeren merellisen ympäristön suojelusta, ns. Helsingin sopimus. Sopimus astui voimaan vuonna 2000 ja korvasi tuolloin aikaisemman, vuoden 1974 sopimuksen. Uuden sopimuksen tavoite on, että sopimusosapuolet ryhtyisivät ”kuin erikseen tai yhdessä kaikkiin asianmukaisiin lainsäädännöllisiin, hallinnollisiin ja muihin tarpeellisiin toimenpiteisiin pilaantumisen ehkäisemiseksi ja lopettamiseksi edistääkseen Itämeren alueen ekologista palautumista ja sen ekologisen tasapainon säilyttämistä.” Pilaantumista aiheuttavista aineista muun muassa DDT ja PCB mainitaan sopimuksessa erityisesti, mutta myös elohopean, kadmiumin ja lyijyn sekä ravinteiden kuormitusta tulee rajoittaa. Sopimuksen osapuolten tulee myös soveltaa varovaisuusperiaatetta ja aiheuttaja maksaa -periaatetta sekä edistää parhaan käytännön tekniikan (BAT) ja ympäristön kannalta parhaan käytännön (PEB) soveltamista. HELCOM:issa toimenpiteitä toteutetaan suosituksin, jotka eivät ole muodollisen laillisesti sitovia, mutta jotka on tarkoitus sisällyttää jäsenmaiden kansalliseen lainsäädäntöön. Suositus voi astua voimaan vasta, kun jäsenmaat ovat sen yksimielisesti hyväksyneet. HELCOM:issa on laadittu myös suuntaviivat suositusten valvonnalle, ja näitä noudatetaan niin ikään myös kansallisissa ohjelmissa.

1.4 Ympäristötyö Ruotsissa

Ruotsin ympäristöpolitiikan päämääränä on jättää tuleville sukupolville perinnöksi parempi yhteiskunta, jonka ei enää tarvitse painiskella suurten ympäristöongelmien parissa. Ruotsin eduskunta päätti vuonna 1999 viidestätoista ympäristön laatua koskevasta tavoitteesta, jotka tulisi pääasiassa saavuttaa vuoteen 2020 mennessä. Myös kuudennettatoista ympäristötavoitetta ollaan laatimassa. Jokaiselle tavoitteelle on määrätty oma vastuuviranomainen, ja toimintaa yhtenäistämään on asetettu erityinen neuvosto. Eri viranomaistahot ja järjestöt ovat puolestaan laatineet kansallisia osatavoitteita, ja ehdottaneet erilaisia toimia ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi. Joka neljäs vuosi tehdään tarkempi arvio siitä, miten hyvin tavoitteiden saavuttamisessa on onnistuttu, ja millaiset mahdollisuudet ne on saavuttaa ennalta määrätyn ajan puitteissa.

1. Ilmastovaikutusten rajoittaminen
2. Puhdas ilma
3. Vain luonnollista happamoitumista
4. **Myrkytön ympäristö**
5. Suojaava otsonikerros
6. Turvallinen säteily-ympäristö
7. **Ei rehevöitymistä**
8. Elinvoimaiset järvet ja vesistöt
9. Hyvälaatuinen pohjavesi
10. **Meren tasapaino, elinvoimainen rannikko ja saaristo**
11. Elämää kuhisevat kosteikot
12. Elinvoimaiset metsät
13. Rikkaat viljelymaat
14. Mahtavat tunturimaisemat
15. Hyvä rakennusympäristö
16. Luonnon monimuotoisuus (työn alla)

Vuonna 2004 valmistuneessa viimeisimmässä kansallisessa arviossa osatavoitteisiin ehdotetaan muutoksia ja täydennyksiä. Kokonaisraportti ja perusraportit ovat luettavissa Miljömål-portaalissa (www.miljomal.nu).

Kansalliset ympäristötavoitteet. Kemikalieinspektionen ('Kemikaalivalvontavirasto') on neljännen (4.) ympäristötavoitteen vastuuviranomainen ja Naturvårdsverket vastaa seitsemännestä (7.) ja kymmenennestä (10.) tavoitteesta. Suoraan meren tilaan liittyvät tavoitteet on lihavoitu. Kooste ympäristötavoitteiden toteutumisesta on esitetty liitteessä 13.

Alueellisten ympäristötavoitteiden ja osatavoitteiden laatiminen kansallisten ympäristötavoitteiden pohjalta on ollut läänien tehtävä.

Lääninhallitukset ovat kokonaisvastuussa tavoitteiden laatimisesta, mutta myös monet muut tahot ovat olleet mukana työssä. Vuonna 2003 Västerbottenin ja Norrbottenin lääninhallitukset hyväksyivät alueelliset ympäristötavoitteensa. Tällä hetkellä pyritään löytämään ympäristöindikaattoreita, joiden avulla ympäristötavoitteiden toteutumista voidaan seurata.

Ruotsin hallitus asetti vuonna 2002 komission (Havsmiljökommissionen), jonka tehtäväksi tuli selvittää, miten paljon Ruotsin rannikko- ja merialueiden tilasta tiedetään, työstää kokonaisstrategiat pitkälle ja lyhyelle aikavälille sekä ehdottaa toimenpiteitä, joiden avulla kaikki kolme merta koskevaa tavoitetta, "Myrkytön ympäristö", "Ei rehevöitymistä" ja "Meren tasapaino, elinvoimainen rannikko ja saaristo", toteutuisivat vuoteen 2020 mennessä. Komissio raportoi tehtävästään kesäkuussa 2003. Yksi selvityksen tärkeimmistä johtopäätöksistä oli, että ympäristön huolestuttava tila tietyissä osissa Itämeren ei johdu hyvien toimintaideoiden puutteesta. Ongelmana on sen sijaan se, että suuri osa toimenpiteistä jätetään systemaattisesti toteuttamatta. Meriympäristön nykytila on tulosta lyhytnäköisistä taloudellisista ratkaisuista ja myös siitä, että tietomme meren monimutkaisesta ekosysteemistä ovat puutteellisia. Hallintajärjestelmä, jossa ekosysteemiajattelu on kaiken lähtökohtana, ja jossa vaikutukset, tulokset ja toimet nähdään kokonaisuutena, olisi merkittävä edistysaskel meriensuojelutyössä. Komission selvityksessä ehdotetaan tavoitteiden laillisen sitovuuden vahvistamista, mikä edellyttäisi Helsingin sopimuksen tarkistamista meren kestävästä käytöstä. Selvityksessä esitettiin myös uusia tarkennuksia ja täydentäviä toimia merenkulkua, kalastusta, ympäristömyrkyjä ja rehevöitymistä koskeviin ympäristötavoitteisiin.

1.5 Ympäristötyö Suomessa

Suomen ympäristöministeriö laati vuonna 1995 ympäristöohjelman vuoteen 2005. Ohjelmaa on päivitetty vuonna 2004. Suomen ympäristöohjelma sisältää eri näkökulmia kestävästä kehityksestä toteuttamiseen. Biologista monimuotoisuutta koskeva valtakunnanlaajuinen toimintaohjelma valmistui vuonna 1997, ja sen tavoitteena on vahvistaa Suomen sitoutuminen Rioissa 1992 allekirjoitettuun biologista monimuotoisuutta koskevaan yleissopimukseen. Maaliskuussa 1998 valtioneuvosto hyväksyi vesiensuojelun tavoiteohjelman vuoteen 2005. Ohjelman tavoitteena on ohjata vesiensuojeluun liittyvää suunnittelua, päätöksentekoa ja seuranta siten, että pinta- ja pohjaveden

laatu voidaan turvata. Pääpiirteissään ohjelmalla pyritään vähentämään fosforikuormitusta 45 % ja typpekuormitusta 40 %, mikä edellyttää tehokasta fosforin poistoa kaikissa jätevedenpuhdistamoissa sekä typen poistamista niillä alueilla, joilla se on rehevöitymisen tärkein aiheuttaja. Ohjelman tavoitteena on myös vähentää ympäristölle vaarallisten päästöjen ja happea kuluttavien aineiden kuormitusta. Huhtikuussa 2002 valtioneuvosto teki myös periaatepäätöksen Itämeren suojelemiseen tähtäävistä toiminnaista. Itämeren suojeeluohjelman tavoitteet ja toimintaehdotukset voidaan jakaa kuuteen osa-alueeseen:

1. Rehevöitymisen torjunta
2. Vaarallisten aineiden aiheuttamien riskien vähentäminen
3. Itämeren käytön aiheuttamien haittojen vähentäminen
4. Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen ja lisääminen
5. Ympäristötietoisuuden lisääminen
6. Tutkimus ja seuranta

Ohjelman mukaan kiireellisimpiä toimenpiteitä ovat Itämeren laajamittaista rehevöitymistä aiheuttavan ravinnekuormituksen vähentäminen, lisääntyneisiin öljy- ja kemikaalikuljetuksiin liittyvien riskien torjunta sekä vaarallisten, ravintoketjussa rikastuvien ja vaikeasti hajoavien aineiden ihmiselle ja luonnolle aiheuttamien uhkien poistaminen. Viimeksi mainitulla toimenpiteellä on nykypäivänä kahta edellä mainittua suurempi merkitys Perämerelle.

Suomessa alueellisten ympäristöohjelmien laatiminen perustuu vapaaehtoisuuteen. Pohjois-Pohjanmaa ja Länsi-Suomi ovat laatineet alueilleen ympäristöohjelman, kun taas Lapilla ei vielä ole virallista ympäristöohjelmaa. Pohjois-Pohjanmaan ympäristöohjelma valmistui vuonna 1997. Siinä on asetettu tavoitteita paremmalle veden laadulle vesistöissä ja rannikkoalueella. Merialueille vaaditaan lähinnä rehevöitymistä torjuvia toimia, jotta merta voitaisiin jatkossakin hyödyntää monipuolisesti muun muassa kalastukseen ja retkeilyyn. Ohjelmassa ei selvitetä lähemmin, mitä toimenpiteitä tilanteen parantaminen vaatii. Ohjelmaa on päivitetty vuosina 1999 ja 2002.

Länsi-Suomen ympäristöohjelma on laadittu vuoteen 2006. Ohjelma käsittää kuusi osa-aluetta: ympäristötietoisuus, maankäyttö, elinkeinot, vesistöt, luonnonsuojelu ja virkistyskäyttö sekä ympäristöntutkimus- ja seuranta. Ohjelmassa esitetään toimia, joilla muun muassa parannetaan rannikon rehevöitymistilannetta, torjutaan happamoitumisongelmia jokisuistoissa ja minimoidaan ruoppausten vaikutuksia. Länsi-Suomen ympäristöohjelma on luettavissa Internetissä (<http://www.ymparisto.fi>). Seurantaindikaattorien avulla laaditaan vuosittain ympäristöbarometri, joka kertoo, mihin suuntaan kehitys kulkee. Ohjelman väliarviossa vuosilta 2000 - 2003 todetaan muun muassa seuraavaa:

- Rannikko- ja jokisualueilla on paikoittain rehevöitymis- ja happamoitumisongelmia.
- Pistekuormitus on vähentynyt. Myös hajakuormitus on vähentynyt, mutta sitä tulee edelleen vähentää jatkotoimien avulla.
- Happamoitumisongelmia tulee edelleen vähentää.
- Avomeren tila on säilynyt suhteellisen hyvänä.
- Fladojen ja kluuvijärvien suojelu on osittain turvattu lainsäädännöllä. Näiden luontotyyppien suojelua tulee jatkossakin korostaa.

2 Yhteistyö Perämeren alueella

2.1 Tuloksia yhteistyön kautta

Perämeren alueella toimii viisi alueellista ruotsalaista ja suomalaista ympäristöviranomaista. Eri viranomaisten ympäristön seurantaohjelmat ja analyysimenetelmät poikkeavat toisistaan. Seurauksena on, että Perämeren ympäristön tilasta on vaikeaa saada kokonaiskäsitystä. Ympäristötietoa on runsaasti, mutta se on monessa lähteessä ja tietokannassa. Joihinkin tietokantoihin pääsy on lisäksi rajoitettua.

Perämeri Life -projekti käynnistyi vuonna 2001 Ruotsin ja Suomen alueellisten ympäristöviranomaisten, kuntien ja teollisuuden sekä muiden alueen toimijoiden välisenä yhteistyöhankkeena. Projektin aikana Perämeren ympäristön tilasta ja kuormituksesta on kerätty paljon tietoa, ja myös tiedon puutteita on havaittu. Perämeren ympäristöongelmat on otettu näkyvästi esiin, ja tiedonvaihtoa on parannettu projektissa kehitetyn yhteistyöverkoston avulla. Seuranta on tarkasteltu niin paikallisella, alueellisella kuin kansallisella tasolla, mikä on johtanut uusiin ehdotuksiin seurannan yhtenäistämiseksi. Yhtenäisten menetelmien avulla on mahdollisuus saada kokonaiskuva Perämeren tilasta. Projektissa on otettu käyttöön konkreettisia välineitä, jotka hyödyttävät alueellista suunnittelua ja auttavat Perämerta koskevien ympäristökysymysten tiedottamisessa. Näistä välineistä ympäristötietokanta sisältää tietoa Perämeren ominaispiirteistä, ympäristön tilasta ja kuormituksesta, ja se on kaikkien ulottuvilla Internetissä. BAT-tiedonvaihtojärjestelmä tarjoaa uuden foorumin tiedonvaihtoon metalliteollisuuden ja ympäristöviranomaisten välillä. Vedenlaatu- ja ekosysteemimalli puolestaan antaa mahdollisuudet simuloida ja havainnollistaa kuormituksen vaikutuksia sekä ravinteiden tai jätevesien kulkeutumista valituilla rannikkoalueilla. Projektin tulokset muodostavat Perämeren yhdenmätyn hallintajärjestelmän, joka on perusta tulevaisuuden ympäristöyhteistyölle Ruotsin ja Suomen välillä.

Jotta nyt laadittu hallintajärjestelmä olisi toimiva myös tulevaisuudessa, on yhteistyölle äärimmäisen tärkeää löytää pysyvä rakenne. Sen tulisi koostua koko Perämeren kattavasta yhteistyöverkostosta. Jatkuvuuden kannalta on välttämätöntä, että eri tahot käyttävät ja soveltavat projektin tuloksia jokapäiväisessä toiminnassaan. Vesipuitedi-
rektiivin toimeenpano tulee nostamaan vesiensuojelutyön painoarvoa, ja edellyttää siten myös yhteisen toimielimen perustamisesta. Vesienhoitoalueiden rajat seuraavat valuma-alueiden rajoja niin, että rannikkovedet yhdistetään niihin rajautuviin sisävesistöjen valuma-alueisiin. Rannikkovesialue ei siis muodosta omaa hallintoyksikköä. Perämeren ekologista arvoa ei myöskään raportoida kokonaisuutena, sillä avomeri ei sisälly vesipuitedi-
rektiiviin rannikkovesien tavoin. Perämeri on suljettu ja erilaisille vaikutuksille herkkä merenlahti. Siksi onkin erityisen tärkeää, että merialue nähdään kokonaisuutena, ja että tätä kokonaisuutta käytetään lähtökohtana Perämeren hallinnassa ja seurannassa.

Perämeren eri puolilla toimii valtakuntien rajat ylittäviä yhteistyöelimiä, jotka työskentelevät vaihtelevassa määrin myös ympäristökysymysten parissa. Mikään niistä ei kata koko Perämeren aluetta. Myöskään vesipuitedi-
rektiivi ei käsitä koko merialuetta. Tämä osoittaa sellaisen pysyvän raja-alueyhteistyön tarvetta, jossa Perämeri olisi toiminnan lähtökohtana. Jo olemassa olevilla yhteistyöelimillä sekä vesipuitedi-
rektiivin toimeenpanoa varten määrättävillä viranomaisahoilla ja uusilla yhteistyöelimillä on tulevaisuudessa tärkeä rooli rajat ylittävissä yhteistyöissä.

Pohjoiskalotin neuvosto (North Calotte Council)

on yhteistyöorganisaatio Ruotsin, Suomen ja Norjan pohjoisimpien läänien viranomaisten ja elinkeinoelämän edustajien välillä. Toimintaa toteutetaan hankkeina ja ympäristökysymyksiä käsitellään teema-alueittain: kestävä kehitys, biologinen monimuotoisuus, ympäristötiedotus, kierrätysyhteiskunta ja jätteenkäsittely sekä ympäristövalvonnan yhteensovittaminen.

Merenkurkun neuvosto (Kvarken Council)

on Ruotsin ja Suomen yhteistyöelin Merenkurkussa. Toimintaa toteutetaan pääasiassa hankkeina, jotka koskevat korkeakoulujen välistä yhteistyötä, viestintää, kulttuuria, elintarvikkeita, ympäristöä ja matkailua.

Perämerenkaari (Bothnian Arc)

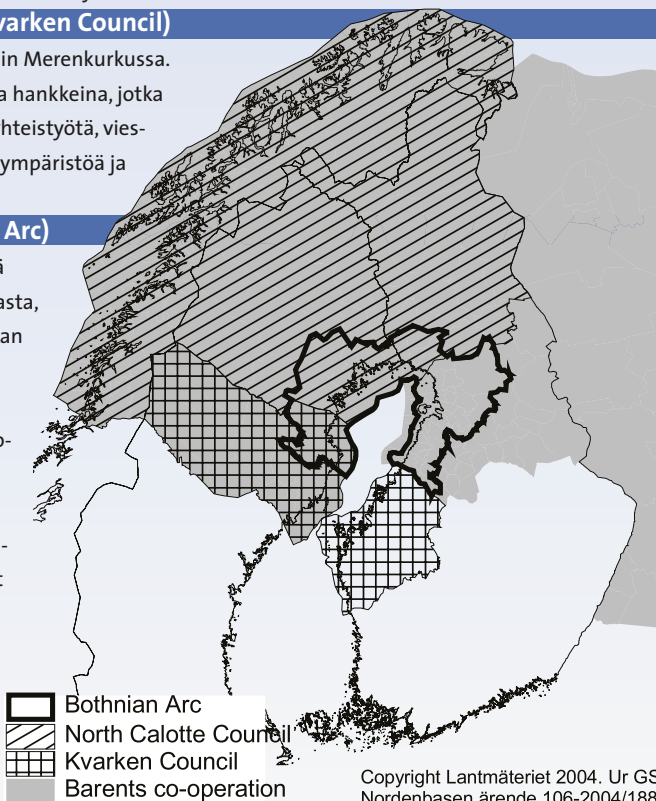
on alue, joka koostuu seitsemästä Ruotsin ja viidestä Suomen kunnasta, jotka tekevät yhteistyötä alueellaan Perämeren pohjoisosassa. Yhdistyksen tavoitteena on ajaa jäsenkuntiensa taloudellisia etuja tarjoamalla erilaisia palveluja. Strategioihin kuuluvat mm. Perämeren kehittäminen rajattomaksi yhteistyöalueeksi, strategiset elinkeinot sekä infrastruktuurin ja osamisen kehittäminen.

Barentsin yhteistyö (Barents co-operation)

kattaa Ruotsin ja Suomen pohjoisimmat läänit (Ruotsissa Norrbotten ja Västerbotten,

Suomessa Lapin ja Oulun lääni) sekä Norjan ja Luoteis-Venäjän.

Yhteistyön tavoitteena on mm. turvata alueen rauha ja turvallisuus sekä tukea kestävää sosiaalista ja taloudellista kehitystä niin omalla alueella kuin koko Euroopassa luomalla yhteyksiä ihmisten välillä ja vahvistamalla alueellista identiteettiä. Ympäristökysymysten parissa tehdään jonkin verran työtä.



Copyright Lantmäteriet 2004. Ur GSD - Nordenbasen ärende 106-2004/188 BD

Perämeren alueen yhteistyöelimet. Mikään organisaatiosta ei kata koko Perämeren aluetta.

Cooperation in the Bothnian Bay region. None of the existing organisations includes the Bothnian Bay in its entirety.

2.2 Yhteistyön muodot

Jatkoyhteistyön muodoista on keskusteltu Perämeri Life -projektin alusta lähtien.

Tarjolla on erilaisia vaihtoehtoja, jotka eivät kuitenkaan poissulje toisiaan. Luontevinta on lähteä liikkeelle yksinkertaisesta yhteistyöstä ja pyrkiä sen puitteissa kehittämään yhteistyölle vakaampia toimintamuotoja.

Yhteistyövaihtoehdot

- **Vaihtoehto 1.** Yhteistyön pohjana on viiden lääninhallituksen/alueellisen ympäristökeskuksen virkatyö ja kontaktit vesienhoitoalueen ja muiden osapuolten edustajien kanssa. Tämä on luonnollista jatkoa Perämeri Life -projektissa perustetulle yhteistyöverkostolle, ja helpottaa uusien yhteistyöhankkeiden käynnistämistä (ks. vaihtoehto 2). Toiminta vakiintuu ja yhteistyön arvostus nousee, kun suunnitel-

tuja toimia pystytään toteuttamaan. Tämä edellyttää aktiivista tiedonvaihtoa ja yhteistyötä alueella jo toimivien yhteistyöelinten kanssa (ks. vaihtoehto 3). Toiminta voi parhaassa tapauksessa johtaa uuden, Perämeren alueen pysyvän organisaation perustamiseen (ks. vaihtoehto 4).

- **Vaihtoehto 2.** Yhteistyötä toteutetaan uusien hankkeiden kautta, jotka sisältyvät jo yllä mainitun yhteistyöverkoston toimintaan. Perämeri Life -projektin aikana on onnistuttu luomaan hyvä pohja yhteistyölle, ja uudet jatkohankkeet turvaisivat yhteistyön jatkumisen siitäkin huolimatta, ettei uutta organisaatiota muodostettaisi.
- **Vaihtoehto 3.** Yhteistyön mahdollisuuksista keskustellaan toiminnassa olevien yhteistyöelinten kanssa, joilla on yhtenevät tavoitteet, esimerkiksi Pohjoiskalotin neuvosto, Merenkurkun neuvosto tai Perämerenkaari. Näissä elimissä yhteistyö on jo saanut vakiintuneet muotonsa, jolloin yhteistyön laajentaminen Perämeren ympäristökysymyksiin voisi periaatteessa tapahtua helposti. Ongelmana on, että tähän mennessä perustetut yhteistyöelimet eivät kata koko Perämeren aluetta. Yhteistyön mahdollisuuksia tulee kaikesta huolimatta selvittää lähemmin.
- **Vaihtoehto 4.** Perämerelle luodaan alueet yhdistävä ja rajat ylittävä Perämeren neuvosto tai -komitea. Tällaisella organisaatiolla on paljon mahdollisuuksia, mutta se tarvitsee resursseja ja toimivaltaa voidakseen toimia tehokkaasti. Maantieteellisesti uuden organisaation käsittämä alue sivuaisi Pohjoiskalotin neuvoston toimialuetta pohjoisessa ja Merenkurkun neuvoston aluetta etelässä mennen osittain päällekkäin näiden kanssa.

2.3 Yhteistyön sisältö

Monipuolisen ja luotettavan tiedon tuottaminen sekä Perämeren erityispiirteistä tiedottaminen on erittäin tärkeää. Kokonaiskuvan laatiminen Perämeren ympäristön tilasta on ollut vaativa tehtävä, koska tieto on ollut hajallaan monessa eri lähteessä. Yksi Perämeri Life -projektin keskeisistä tavoitteista onkin ollut tiedonsaannin helpottaminen. Huolimatta siitä, missä muodossa yhteistyötä tehdään tulevaisuudessa, on nyt luodussa integroidussa hallintajärjestelmässä tiedonkulun kanavia, joita kehittämällä voidaan aikanaan saavuttaa Perämeren yhteinen tietojärjestelmä.

Perämeri Life -projektissa luotu Internet-pohjainen ympäristötietokanta on arvokas väline, jossa on paljon Perämerta koskevaa ympäristötietoa. Tietokantaan kannattaa ehdottomasti panostaa myös tulevaisuudessa, sillä se on avoin kaikille ja sen rakenne on käyttäjäystävällinen. On tärkeää löytää oikeat keinot tietokannan tulevalle käytölle ja sen sisältämän tiedon päivittämiselle. Tietokantaa voidaan myös kehittää siten, että sinne lisätään taustatietoa eri muuttujista. Tietokantaan voidaan lisätä tietoa myös ympäristömyrkyistä, kaloista ja kalastuksesta sekä Perämeren alueella tehtävistä biologisista tutkimuksista.

Ympäristötietokanta voi jatkossakin olla osa Perämeri Lifen Internetsivuja, joista projektin jälkeen tulee muokata laajempaa tietoa sisältävä Internet-pohjainen Perämeri-portaali. Kattavat tiedot Perämerestä ja sen tilasta löytyisivät siten helposti yhdestä paikasta.

Ehdotuksia Internet-pohjaisen Perämeri-portaalin sisällöksi:

- Tärkeimpien ympäristöongelmien kuvaus ja toimenpide-ehdotukset. Kuvauksessa voidaan antaa alustava yhteenveto ympäristön tilan eri osa-alueista. Kuvausta päivitetään tasaisin väliajoin ja yhteenveto laaditaan neljän vuoden välein.
- Perämeri Lifin ympäristötietokannan tulee olla osa portaalia. Tällä hetkellä tietokannassa on tietoa Perämeren fysikaalis-kemiallisesta tilasta. Myös muut ympäristön seurannasta saadut tiedot voidaan saada helpommin kansalaisten ulottuville. Yksi vaihtoehto on linkittää Perämeri-portaali kansallisiin tietokantoihin. Toinen vaihtoehto on sisällyttää kansalliset seurantatiedot portaaliin. Tämä vaihtoehto

vaatii enemmän työtä, mutta kokoaisi Suomessa ja Ruotsissa kerätyn tiedon yhteen paikkaan. Koska tiedon kaksinkertainen varastoiminen ei ole toivottavaa, tuleekin selvittää, mitä tietoa ympäristötietokannassa on aiheellista säilyttää.

- Tietoa Perämeren biologisesta tilasta.
- Kansainvälisten ja kansallisten direktiivien sisältö, merta ja rannikkoalueita koskevat suositukset ja velvoitteet. HELCOM:in asettamat tavoitteet sekä kansalliset ja alueelliset ympäristötavoitteet.
- Vesipuitelidirektiiviä varten laaditut selvitykset ja ohjelmat.
- Tietoa muista toiminta- ja hoitosuunnitelmista sekä muista projekteista, linkit niihin.
- Suojellut alueet ja uhanalaiset lajit Perämeren alueella.

On toivottavaa ja perusteltua kehittää ja laajentaa yhteistyöverkostoa niin, että erilaiset tutkimuslaitokset, kuten esimerkiksi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Fiskeriverket, luonnonhistoriallinen keskusmuseo ja Merentutkimuslaitos olisivat mukana laajassa Perämeren yhteistyössä. Yhteistyön avulla pystyttäisiin ympäristöongelmia selvittämään ja puutteellisia tietoja täydentämään nykyistä laajemmalla pohjalla. Näillä tahoilla tulisi olla omat yhteyshenkilönsä, jotka voisivat päivittää portaalissa olevaa ympäristön tilan kuvausta oman erikoisalansa näkökulmasta. Toimiin tulisi ryhtyä yhteisymmärryksessä alueen yhteistyöelinten, kuten Merenkurkun neuvoston ja Pohjoiskalotin neuvoston sekä Ruotsin uusien vesiviranomaisten kanssa.

Yhteistyön myötä Perämeren ympäristöstä voitaisiin laatia raportti esimerkiksi joka neljäs vuosi. Raportti keskittyisi pääasiassa tärkeimpiin ympäristöongelmiin, mutta siinä voitaisiin tuoda esille myös ajankohtaisia ympäristökysymyksiä. Sen lisäksi olisi tarpeen laatia vuosittain Internetissä julkaistava sähköinen tiedotuslehtinen, jossa kerrotaan uusista projekteista, seurannan tuloksista, julkaistuista raporteista ja vuoden tapahtumista. Raportin julkaisemisen yhteydessä voisi järjestää kokouksia ja seminaareja. Erilaisia seminaareja ja ryhmäkeskusteluja olisi mahdollista järjestää myös tiheämmin, mikä hyödyttäisi erityisesti yhteistyön jatkuvuutta. Toimintaan osallistuvat lääninhallitukset ja ympäristökeskukset voisivat vuorotellen isännöidä seminaareja, mutta päävastuu olisi vesienhoitoalueen vastuhenkilöillä.

Perämeren ympäristön tilasta huolehtimiseen ja sen parantamiseen liittyviä hankkeita tarvitaan lisää, samoin tehokkaita keinoja tiedonvaihtoon ja tietomäärien hallinnoimiseen. Esille on noussut muun muassa seuraavia hanke-ehdotuksia:

Perämeren ympäristöstrategia

- Perämeri Life -projektissa ympäristön tilaa on kuvattu laajasta näkökulmasta ja ympäristöongelmia on tunnistettu monella eri tasolla (kansainvälinen, kansallinen, alueellinen ja paikallinen). Myös kestävän kehityksen tavoitteita ja siihen tähtääviä toimia on tarkennettu. Toimintaohjelma vaatii kuitenkin jatkuvaa kehittämistä, minkä tulisi olla yksi tärkeimmistä yhteistyökysymyksistä lähitulevaisuudessa.

Yhteiset normit ympäristön tilan arviointiin

- Uusia arviointiperusteita ja normeja kehitetään sekä kansallisella että kansainvälisellä tasolla vesipuitelidirektiivin vaatimusten mukaisesti. Suomi ja Ruotsi voisivat testata uusia arviointiperusteita yhdessä osana tulevaa yhteistyöhanketta.

Perämeren fyysiset häiriötekijät

- Fyysiset häiriöt, esimerkiksi ruoppaukset, ovat yleisiä paineita Perämeren alueella. Siksi on tärkeää löytää yhteiset keinot ja menetelmät häiriöiden seuraamiseksi ja vaikutusten arvioimiseksi. Myös yhteisen tiedon kartuttaminen ja vedenalaisen ympäristön kartoittaminen ovat tärkeitä tulevaisuuden painopistealueita.

Perämeren konfliktialueet

- Konfliktialueiden tunnistaminen kuuluu tärkeänä osatekijänä rannikkovyöhykkeen integroituun hallintajärjestelmään (ICZM). Rannikkovyöhykkeen integroitu hallinta merkitsee myös yhteistyön kehittämistä rannikkoalueiden kaavoituksessa ja hallinnossa. ICZM:ään sitoutuminen vaatii tulevaisuudessa mm. selkeän karttapohjan, jossa esitetään konfliktialueet ja eri alueiden häiriönsietokyky. Tärkeää olisi toteuttaa selkeästi ICZM:ään keskittyvä hanke Perämeren rannikkoalueella.

Tietopohjaa kartuttavat projektit

- Perämeren yhteistyön tulisi edistää ja tukea tutkimusprojekteja, jotka voivat antaa vastauksia vielä ratkaisemattomiin kysymyksiin ja kartuttaa tietoa Perämerestä.

Yhteinen karttapohja

- Perämeri Life -projektin edetessä on yhteisen karttapohjan tarve käynyt selvästi ilmi, ja sen aikaansaa- minen on yksi tärkeä tavoite.

2.4 Vesipuitedirektiiviin liittyvä yhteistyö

Perämeren Suomen puoleisella alueella vesipuitedirektiiviä toimeenpannaan neljällä vesienhoitoalueella. Jokaiselle alueelle perustettaneen ainakin yksi yhteistyöryhmä. Ruotsin puolelle on perustettu uusi vesiviranomainen, joka on vastuussa Perämeren vesienhoitoalueesta. Tämän alueen yhteistyöelimen muotoa ei vielä ole päätetty. Tornionjoen valuma-alue ulottuu Suomen ja Ruotsin alueelle muodostaen siten kansainvälisen vesienhoitoalueen, jolla direktiivi toimeenpannaan maiden välisenä yhteistyönä. Sama koskee todennäköisesti myös Tornionjoen edustan rannikkoaluetta. Rajajokikomission tehtävät liittyvät jatkossa myös vesipuitedirektiivin toteuttamiseen tällä alueella.

Vesipuitedirektiivin toimeenpanon edetessä yhteistyön tarve maiden ja viranomaisten välillä sekä Perämeren vesiympäristöön vaikuttavien osapuolten välillä kasvaa. Yhteistyötä tarvitaan esimerkiksi seurantaohjelmaa aloitettaessa vuonna 2006 sekä toimintaohjelman toteuttamisen alkaessa vuonna 2009. Tarve saada tietoa toisen maan veden laadun seuranta-aseteilta (vertailuasemat) kasvaa, mikä voi johtaa joidenkin asemien hoitamiseen yhteistyönä. Interkalibroinnin ja uusista aineista saatujen kartoitustulosten yhdistäminen olisi tarpeellista. Perämeri Life ja sen jatkotoiminta luovat hyvän pohjan vesipuitedirektiiviyhteistyölle. Konkreettisesti tietojen vaihtoa voidaan edistää perustamalla sähköisiä postituslistoja, mutta myös kokoukset ja seminaarit ovat tärkeitä muun muassa keskustelujen ja kokemusten vaihdon sekä yhteistyön kehittämisen kannalta.

3 Perämeren ympäristöongelmien hoitaminen

Perämeri on ainutlaatuinen ja herkkä merialue. Ympäristön tilan huononemisen estäminen on erittäin tärkeää kestävän kehityksen ja ainutlaatuisten ominaispiirteiden säily- misen turvaamiseksi. Seuraavissa luvuissa esitetyt yleiset tavoitteet ja toimenpide-ehdo- tukset perustuvat Perämeri Life -projektissa saatuihin kokemuksiin sekä projektin aikana kerättyyn aineistoon. Projekti on keskittynyt Perämeren alueen ympäristöviranomaisten toimintakenttään. Perämeren tilan tarkasteleminen kokonaisuutena edellyttää kuitenkin huomattavasti nykyistä laajempaa yhteistyötä tutkimuslaitosten, kalatalousviranomaisten ja maakunnallisten liittojen kanssa. Tässä esitettyjä tavoitteita ja toimenpiteitä tullaan siis tarkentamaan ja kehittämään Perämerta koskevan jatkoyhteistyön puitteissa.

Perämeri Life -projektin tuloksena voidaan nostaa esiin viisi teemaa: rehevöitymisen vähentäminen, haitallisten aineiden seuranta, alueidenkäytön kokonaissuunnittelu, luonnonvarojen kestävä käyttö ja valmius uusien, alueelle vieraiden lajien varalta.

3.1 Rehevöitymisen vähentäminen

Yleisenä tavoitteena on piste- ja hajakuormituksesta johtuvan rehevöitymisen vähentäminen rannikolla ja valuma-alueella sekä rehevöitymisen oireiden vähentäminen jo rehevöityneillä alueilla.

Kokonaisuutena Perämeri ei ole merkittävästi rehevöitynyt. Paikallinen rehevöityminen ei useinkaan käy ilmi koko Itämeren koskevista raporteista. Perämerellä rehevöitymistä on pääasiassa Suomen puoleisessa Merenkurkussa, Pietarsaaren ja Kokkolan välisellä alueella sekä Perämeren koillisosassa. Näiden rannikkoalueiden tilaan vaikuttaa todennäköisesti eniten niiden omilta valuma-alueilta peräisin oleva ravinnekuormitus. Avomereltä kulkeutuvien ravin-

teiden vaikutuksia pidetään kaikin puolin vähäisinä. Perämeren rannikkoalueen rehevöityminen on siis ensisijaisesti alueellinen ongelma. Tämän takia pitäisi laatia nimenomaan paikallisen tason toimintaohjelmia, joista esimerkkinä BERNET-hanke.

Vuonna 2001 päättynyt BERNET-hanke (Itämeren rehevöitymisen aiheuttamien ongelmien käsittely alueellisesta näkökulmasta) on nostanut esiin suosituksia ja toimenpide-ehdotuksia asutuksen jätevesien käsittelylle, maataloudelle, metsätaloudelle ja kosteikkojen hoidolle. Tavoitteena on ravinnekuormituksen pienentäminen ja rehevöitymistilanteen lieventäminen. Lue lisää osoitteesta <http://www.bernet.org>.

Toimet yksin rannikkoalueella eivät riitä parantamaan rehevöityneen rannikkoveden tilaa, koska ravinnekuormitus on peräisin koko valuma-alueelta. Tästä syystä toimenpiteitä toteutettaessa on ratkaisevan tärkeää tehdä yhteistyötä ja käydä kehittävää vuoropuhelua kaikkien niiden valuma-alueen asianosaisten kanssa, joiden toiminta vaikuttaa veden laatuun.

Maatalouselinkeinoista peräisin olevaa ravinnekuormitusta on vähennettävä ja minimoitava jatkossakin, koska juuri tämä kuormitus on eräs rehevöitymisen merkittävimmistä syistä. Lannoitteiden käsittelyn, varastoinnin ja levityksen tulee tapahtua parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) mukaisesti. BAT:in soveltaminen on yksi tärkeimmistä toimenpiteistä, ja sitä toteutetaan muun muassa koulutuksen ja neuvonnan kautta, jotta viljelijät saisivat yleisesti paremmin tietoa lannoitteiden käytön vaikutuksista ravinteiden huuhtoutumiseen. Laissa ja säädöksissä annettuja ohjeita on noudatettava, sillä niihin on pyritty kokoamaan tieto sekä elinkeinon että ympäristön kannalta optimaalisesta lannoitemäärästä. Tavoitteena on, että lannoitteita käytettäisiin niin vähän kuin mahdollista. Taloudellisia ohjauskeinoja (EU:n ympäristötuki, lannoitevero) ja valvontaa on käytettävä myös jatkossa.

Metsätaloudesta peräisin olevaa ravinnekuormitusta tulee vähentää ja minimoida jatkossakin. Tavoitteeseen pääseminen edellyttää ympäristön kannalta parhaan käyttökelpoisen tekniikan ja parhaan käytännön huomioimista kaikissa metsätalouden vaiheissa. Erityistä huomiota tulee kiinnittää ravinteiden huuhtoutumiseen. Tämä merkitsee muun muassa sitä, että suuria avohakkuuta tulee välttää ja riittäviä suoja-vyöhykkeitä perustaa vesistöjen rannoille. Ravinteiden huuhtoutumista metsämaiden ja kosteikkojen käsittelyssä sekä metsän mahdollisen lannoittamisen yhteydessä tulee vähentää edelleen. Jäljellä olevien kosteikkojen tulevaisuus tulee turvata ja sellaiset soiden ojitukset, jotka eivät ole parantaneet metsän kasvua, tulisi ennallistaa niin, että kosteikko voi kehittyä uudelleen.

Typpiherkillä alueilla jätevedenpuhdistamoilta lähtevän veden typpipitoisuutta tulee vähentää EU:n jätevesidirektiivin mukaisesti. Kunnallisen viemäriverkoston ulkopuolella olevien kiinteistöjen jätevedenpuhdistus tulee saattaa ajan tasalle, koska näiden

kiinteistöjen päästöjen osuus on kasvanut samalla, kun kunnallinen jätevedenpuhdistus on tehostunut. Tämä kuormitus voi paikallisesti lisätä rihmalevien ja kasviplanktonin esiintymistä matalilla, suojaisilla vesialueilla aiheuttaen haittaa muun muassa virkistyskäytölle. Valuma-alueen ja rannikon yksittäisten jätevesijärjestelmien tason parantaminen vähentää näiden haittojen ilmenemistä. Uusia strategioita ja menetelmiä tarvitaan, jotta myös haja-asutuksen jäteveden käsittely saadaan kuntoon. Suomessa on vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolella oleville kiinteistöille annettu uudet, valtakunnalliset määräykset valtioneuvoston asetuksella, joka tuli voimaan 1.1.2004. Sen mukaan käsittelyn pitää puhdistaa orgaanisesta aineesta 90 %, fosforista 85 % ja typestä 40 %. Teollisuuden ravinnekuormituksen minimointia pitää edelleen tehostaa käyttökelpoisen tekniikan (BAT) periaatteiden mukaisesti.

Kriittisiä mielipiteitä jätevesidirektiivistä

- Vuonna 1992 EU:n silloiset jäsenvaltiot hyväksyivät jätevesidirektiivin. Direktiivistä on kiistelty, sillä se asettaa erityisiä vaatimuksia taajama-alueilla sijaitsevien suurten (asukasvastineluku yli 10 000) puhdistuslaitosten typpipäästöjen vähentämiselle typpiherkillä alueilla. Ruotsin rannikkovedet on luokiteltu typpiherkiksi vain Norjan rajalta Tukholman pohjoispuolella sijaitsevaan Norrtäljeen asti. Tämä merkitsee, että suuressa osassa Pohjanlahtea typen vähentämistä ei pidetä tarpeellisenä. Näillä alueilla fosforia sen sijaan pidetään levien kasvua rajoittavana aineena. Myös Pohjanlahdesta varsinaiseen Itämereen kulkeutuvien ravinteiden määrää pidetään pienenä, eikä sekoittumista tapahdu merkittävästi.
- EU kyseenalaistaa Ruotsin asennoitumisen direktiiviä kohtaan, koska koko Itämeren alueella pidetään yleisesti typpiherkkänä alueena, ja siksi typen vähentämistä myös Pohjanlahden alueella pidetään aiheellisenä. Lokakuussa 2002 EU-komissio antoi huomautuksen jätevesidirektiivin puutteellisesta soveltamisesta todeten, että Ruotsin tulee parantaa typenpoistoa kaikissa Itämeren altaan, Selkämeren ja Perämeren rannikon puhdistamoissa, joiden asukasvastineluku on yli 10 000. Vaatimusta ei kuitenkaan tarvitse toteuttaa, jos Ruotsi voi osoittaa, että kaikkien taajama-alueiden jätevesiä käsittelevien puhdistuslaitosten yhteenlaskettu kokonaistyyppikuormitus vähenee ainakin 75 %. Ruotsi pitää tiukasti kiinni aikaisemmasta kannanotostaan ja on nyt laatinut toimintaohjelman, jonka tavoitteena on vähentää kuormitusta 75 %.
- EU on muistuttanut myös Suomea typenpoiston käyttöönotosta kaikissa Itämeren alueen jäteveden puhdistuslaitoksissa. Suomessa on päätetty, että fosforin ja typen poiston tulee tapahtua tarpeen vaatiessa. Tämä antaa myös paremmat lähtökohdat kokeilla typenpoiston tarpeellisuutta yksittäisissä tapauksissa. On muun muassa osoitettu, että eri Perämeren rannikko-osuudet voivat olla sekä fosfori- että typpirajoitteisia (ei ole selvitetty, voiko tilanne olla paikallisesti tällainen myös Ruotsin puolella), mistä syystä joillakin Perämeren suurista teollisuuslaitoksista on typenpoisto käytössä. Suomen virallinen kannanotto asiaan on, että tyyppiä ei normaalioloissa tarvitse poistaa Perämeren pohjoisosissa. BERNET-hankkeessa puolestaan ehdotetaan, että typenpoisto otettaisiin käyttöön ainakin Merenkurkun alueella.
- Mielipiteet menevät siis ristiin, eikä lopputuloksesta ole vielä tietoa. Tulevaisuuden Perämeri-yhteistyössä typpikysymys onkin yksi aiheista. Perämeri Lifen tulokset eivät tue typenpoiston tarvetta suuressa laajuudessa. Vedenlaatumallin avulla tehdyt simulaatiot vahvistavat, että nimenomaan fosfori on rehevöitymistä edistävä ravinne, eikä sen vuoksi typen poiston lisääminen vaikuta tilanteeseen. Tulokset eivät kuitenkaan pysty vahvistamaan tai kumoamaan sitä mahdollisuutta, että ylimääräinen tyyppi kulkeutuisi Perämereltä edelleen etelän typpiherkille alueille.

3.2 Haitallisten aineiden seuranta

Yleisenä tavoitteena on saada haitallisten aineiden kuormitus lasketuksi tasolle, josta ei aiheudu haittaa ihmisille ja eliöstölle. Kaloissa pitoisuuksien tulee jäädä niin pieniksi, että kalaa voidaan syödä rajoituksitta.

Haitallisten aineiden laajamittainen kulkeutuminen ja niiden alkuperän selvittämisen vaikeus lisäävät kansainvälisten ja kattavien strategioiden tarvetta. Ruotsi ja Suomi ovat mukana EU:ssa, HELCOM:issa, OSPAR:issa ja CLRTAP:issa (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution), joissa on laadittu listoja niistä aineista, joiden pääsy ympäristöön tulee erityisesti estää tai rajoittaa. Painopisteet kuitenkin vaihtelevat osittain siksi, että kyse on maantieteellisesti

eri alueista. Myös toimintaohjelmien laillinen asema vaihtelee kansallisella lainsäädännöllä toteutettavista EU-direktiiveistä HELCOM:in antamiin suosituksiin. Aikaisemmin huomiota kiinnitettiin ensisijaisesti haitallisten aineiden tuotannosta ja käytöstä aiheutuviin päästöihin, mutta nyt aineen koko elinkaari valmistuksesta varastointiin, käyttöön ja jätteeksi päätymiseen asti otetaan huomioon.

UNECE:n pöytäkirja ja Tukholman sopimus ovat kaksi äskettäin solmittua kansainvälistä sopimusta, joiden tavoitteena on vähentää tiettyjen haitallisten aineiden määrää valvomalla tuotantoa, käyttöä, vientiä ja tuontia sekä päästöjä ja jätteenkäsittelyä. Tukholman sopimus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä (POP-yhdisteet) on tärkeä askel taistelussa ympäristömyrkkyjä vastaan, koska se kieltää tai rajoittaa merkittävästi kahdentoista pysyvän orgaanisen kemikaalin käyttöä miltei koko maailmassa (DDT, aldrini, klordaani, dieldriini, endriini, heptakloori, mirex, toksafeeni, PCB, heksaklooribentseeni, polyklooratut dioksiinit ja furaanit). Sopimus astui voimaan toukokuussa 2004.

Seuraavassa esitetään kansallisesti ja kansainvälisesti toteutettavia toimenpiteitä, jotka ovat merkittäviä Perämeren tilan kannalta. Tulevassa Perämeren yhteisessä tietojärjestelmässä kansallisten ja kansainvälisten ympäristömyrkkyjä koskevien tavoitteiden ja suositusten näkyvyyttä tulee parantaa, jotta ne tehoaisivat paremmin myös alueellisella tasolla. Tällä hetkellä on lukuisia sopimuksia, suosituksia ja toimintaohjelmia, joita ei ole yhtenäistetty, ja joista on siksi vaikea saada kokonaiskäsitystä. Kansainvälisiä toimia tulee siis kehittää alueellisesta näkökulmasta.

Dioksiinien ja tahattomasti syntyvien PCB-yhdisteiden

ehkäisemiseksi HELCOM:issa ja EU:ssa on ryhdytty muun muassa seuraaviin toimenpiteisiin:

- Lisätietoa on saatava kalojen korkeiden dioksiinipitoisuuksien aiheuttajista. Ratkaisevaa on, vaikuttaako pitoisuuksiin enemmän ilman kautta tuleva kuormitus vai sedimentin ja maa-alueiden aiempi saastuminen.
- EU on aloittanut työn dioksiinien ja PCB:n tahatonta muodostumista käsittelevän oppaan laatimiseksi.
- Dioksiinipäästöjen mittaamiselle asetettavia vaatimuksia on valmisteltu EU:n tasolla.
- Dioksiinien ja PCB:n lisäämistä vesipuitedirektiivin mukaisten ns. prioriteettiaineiden listalle on harkittu. Se asettaisi lisää vaatimuksia kyseisten aineiden valvonnalle ja toimintaohjelmille.
- Kotitalousjätteen polttolaitoksilla tehtyjä mittauksia priorisoidaan jatkossakin, vaikka nämä päästöt ovat vähentyneet suuresti. Jätteiden poltto kasvaa kuitenkin todennäköisesti, kun uudet ohjeet jätteiden loppusijoituksesta otetaan käytäntöön.
- Loppusijoituspaikoilla pitää tehdä laskelmia tuhkan ja kuonan ainejäämistä.
- Toimenpiteisiin pitää ryhtyä hallitsemattomien palojen välttämiseksi loppusijoituspaikalla. Palamisen kautta muodostuvien dioksiinien määrää on vaikea arvioida, mutta sen arvioidaan olevan suuri.

Muun muassa dioksiinien määrää ja niiden vapautumista aiemmin saastuneilta maa-alueilta ja sedimentistä on selvitettävä. Dioksiinien kokonaismäärää on arvioitu usein, mutta se yksin ei riitä luotettavalle riskinarvioinnille. Metalliteollisuudessa esimerkiksi CP:tä (kloorialkaanit) ja PVC:tä sisältävän romun sulattamisesta syntyviä päästöjä on erityisesti tutkittava. Haitallisten aineiden kulkeutumista puhdistettujen jätevesien ja jokien kautta tulevan aineksen mukana ei tunneta riittävän tarkasti. Myös pienimuotoisen talousjätteenpolton ja lämmitykseen liittyvän jätteenpolton kuormitusta on tutkittava.

PCB on jo kauan ollut kielletty aine avoimissa järjestelmissä, ja myöhemmin sen käyttö myös suljetuissa järjestelmissä on kielletty. Koska ympäristössä on vielä suuria määriä PCB-yhdisteitä, on tärkeää ryhtyä toimiin tilanteen korjaamiseksi. Toimenpide- lista on pitkä, mutta toimenpiteet on pyritty asettamaan tärkeysjärjestykseen:

Ensisijaisen tärkeitä toimia ovat:

- PCB-yhdisteiden vuotojen estäminen sähkölaitteista, kuten muuntajista ja kondensaattoreista.
- Inventoinnit ja valvonnan tehostaminen.
- Parempi laitteiden huollosta ja käytöstä huolehtiminen.
- Turvallinen varastointi ja jätteistä huolehtiminen.
- Turvallinen laitteiden hävittäminen ja saastuneen materiaalin uusiokäytön välttäminen

Muita tärkeitä toimia ovat:

- Rakennusten saneeraustyöt
- Keräys- ja varastointijärjestelmä, jonka avulla kodinkoneista, öljykattiloista, kiertovesipumpuista, loisteputkivalaisimista jne. peräisin oleva PCB-pitoinen jäte saadaan turvallisesti talteen
- Pilaantuneiden maa-alueiden kunnostaminen. Luotettavan riskinarvion tekemiseksi tarvitaan tarkka kokonaisarvio alueelle sijoitetusta jätteestä ja lisäksi tietoa PCB:n kulkeutumisesta alueella.
- Parannuksia loppusijoituksessa tai vaihtoehtoisesti loppusijoituksen välttäminen.
- Tahattomasti syntyvän PCB:n torjuminen muun muassa palamisprosessien yhteydessä.

Elohopeaa päätyy luontoon pääasiassa palamisprosessien kautta. HELCOM:issa painotetaan, että puhtaampia polttoaineita tulisi suosia ja suuria elohopeapitoisuuksia sisältävien polttoaineiden käyttöä tulisi vähentää. Tärkeä toimenpide on myös elohopean poistaminen tuotteista, jotta jätteenpolton yhteydessä ei syntyisi päästöjä. Itse päästölähteissä tarvitaan paremmat puhdistustoimet. HELCOM:issa on laadittu suosituksia loisteputkia, akkuja ja torjunta-aineita koskevista toimenpiteistä. Nyt harkitaan suosituksia myös lämpömittareissa ja muissa mittauslaitteissa käytettävälle elohopealle. Ruotsissa loisteputket ovat tällä hetkellä suurin elohopean lähde, ja niiden kohdalla tehokkaat toimet edellyttävät EU-tason päätöstä. Vaihtoehtoisen tekniikan puute on myös ongelma. Elohopeaa esiintyy luonnossa ihmisen toimista riippumatta, mutta erilaiset maankäytön muodot vapauttavat elohopeaa vesistöihin ja mereen, mikä on otettava huomioon etenkin herkillä merialueilla, kuten Perämerellä.

Vapaa-ajan moottoriveneilystä aiheutuvia hiilivety- eli PAH-yhdisteiden päästöjä tulee vähentää. Erityisen suuria määriä hiilivetyjä pääsee veteen kaksitahtimoottoreista, jotka käyvät tavallisella bensiinillä. Tähän mennessä vesiliikenteelle asetetut vaatimukset ovat olleet maantieliikenteeseen verrattuna varsin vaatimattomia. EU:n ”huvivenedirektiivi” asettaa vuodesta 2005 alkaen rajat pienveneiden pakokaasu- ja melutasolle. Kuluttajina voimme myös itse vähentää haitallisia hiilivetypäästöjä valitsemalla alkylaattibensiinillä käyvän perämoottorin.

Orgaanisia tinayhdisteitä, joista eniten keskustelua on herättänyt TBT (tributyylitina), käytetään veneiden pohjamaaleissa estämään eliöiden ja kasvien tarttumista veneen-

pohjaan. EU:ssa nämä yhdisteet ovat nykyään kiellettyjä alle 25 metrisissä veneissä, kun taas yli 25 metrisissä aluksissa niitä on lupa käyttää edelleenkin. Nykyään markkinoilla on saatavilla TBT-maaleja ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja. Vaihtoehtojen kehittämistä ja markkinointia pitää kuitenkin jatkaa niin kauan, että TBT:n käytöstä voidaan lopulta luopua kokonaan. TBT:n käytön lopettamisesta ei ole vielä tehty maailmanlaajuisia sopimusta kaikkien venetyyppien kohdalla, mutta sekä OSPAR:in jäsenvaltiot että EU-komissio ovat luvanneet pyrkiä tähän. Tällä hetkellä TBT:tä esiintyy kaikilla alueilla, joilla on laivaliikennettä. Perämeren osalta tulisi tehdä koko alueen kattava TBT-kartoitustutkimus, jotta saastuneista alueista saataisiin enemmän tietoa ja sopiviin hoitotoimenpiteisiin, esimerkiksi ruoppauksiin, voitaisiin ryhtyä.

Viranomaiset voivat vaikuttaa

- Kunnilla, lääninhallituksilla ja ympäristökeskuksilla on suuret vaikutusmahdollisuudet toimiessaan lupaviranomaisena ympäristöhaittoja aiheuttavalle toiminnalle. Viranomaisten tietämystä haitallisista aineista tulee aktiivisesti hyödyntää lupamenettelyissä ja lupien valvonnassa. Kaikissa vaiheissa, esimerkiksi päästöjen raja-arvoja määritettäessä, kemikaalien käyttöä rajoitettaessa ja purkuvesistölle aiheutuvien vaikutusten seurantaohjelmaa laadittaessa, tulisi aina valita ympäristön kannalta paras vaihtoehto.
- On tärkeää, että alueelliset viranomaiset puuttuvat niihin ympäristömyrkyongelmiin, joita Perämeren alueella esiintyy, ja tuovat ne esille myös kansallisella tasolla käytävässä keskustelussa. Resursseja pitäisi ohjata entistä enemmän alueellisesti priorisoiduille ongelma-alueille. Tämä voi merkitä alueellisia erikoistutkimuksia ja toimia, tiedon määrää lisääviä projekteja ja kokonaisvaltaisemman ympäristönvalvonnan kehittämistä alueellisella tasolla. Aktiivinen osallistuminen kansallisiin hankkeisiin ja työryhmiin luo paremmat mahdollisuudet lisätä Perämeren näkyvyyttä niin kansallisella kuin kansainvälisellä tasolla. Tämän myötä Perämeren ongelmat ja tarpeet voidaan paremmin huomioida kansallisen tason toiminnassa.

3.3 Alueiden käytön kokonaisvaltainen suunnittelu

Yleisenä tavoitteena on ottaa suojelemisen arvoiset ja herkäet meriympäristöt paremmin huomioon rannikkoalueita koskevassa suunnittelussa ja päätöksenteossa.

Kaavoituksella ohjataan maan käyttöä pitkällä aikavälillä kohti kestävästä kehitystä niillä rannikko- ja saaristoalueilla, joilla hyödyntämispaaineet ovat suuret. Tämän hetkiset rannikkoalueille laaditut kaavat ovat monilta osiltaan riittämättömiä. Luontoarvot ovat useimmissa tapauksissa huomioitu vajavaisesti, koska kaavoissa on keskitytty maaympäristöön, kuten rantoihin, rantametsiin, kosteikkoihin, sekä saariin ja kareihin, jotka ovat lintujen pesimäalueita. Tämä kertoo, että tiedot vedenalaisesta ympäristöstä ovat puutteellisia. Tietyissä Ruotsin kunnissa rantakaavaa pidetään eräänlaisena kunnan yleiskaavaa syventävänä osana, jonka avulla pyritään nostamaan esiin vesialueiden ja rantojen laatu ja niihin kohdistuvat uhat, sekä suojelemisen arvoiset ja toisaalta hyödynnettävät alueet. Suomessa suurin osa merenrannasta on rantayleiskaavoitettu. Kaavojen ajantasaisuus ja sisältölaajuus vaihtelevat. Lisäksi Suomessa laaditaan alueellisesti suppeampia ranta-asemakaavoja lomarakentamisen yksityiskohtaiseksi ohjaamiseksi, mutta ranta-asemakaavat soveltuvat yleiskaavoja huomattavasti laajempien luonnonsuojelukysymysten käsittelyyn.

Rantakaavojen (Ruotsi) ja rantayleiskaavojen (Suomi) käyttöä tulisi priorisoida niillä Perämeren alueilla, joilla hyödyntämispaaineet ovat suuret. Kaavojen käyttäminen suunnittelun (luonnonsuojelun) välineenä edellyttää kuitenkin, että tiedämme enemmän muun muassa kalojen tärkeistä kutualueista ja pohjakasvillisuudeltaan arvokkaista

alueista. Kokonaisvaltaisen tarkastelun mahdollistamiseksi kyseiset alueet tulee kartoittaa ja liittää ranta- ja rantayleiskaavoihin. Suomen rannikkoalueiden vedenalaisen meriluonnon kartoitus on alkanut. Tavoitteena on kymmenen vuoden aikana luoda yleiskuva vedenalaisten luontotyyppien ja lajien esiintymisestä koko rannikolla. Samalla pystytään paikallistamaan erityisen arvokkaita vedenalaisen luonnon alueet. Kuuden ministeriön käynnistämää kansallista vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmaa (VELMU) koordinoi Suomen ympäristökeskus. Vedenalaisen luonnon lisäksi on Suomen puolella otettava huomioon rantayleiskaavoitusta ohjaava valtakunnallinen alueidenkäyttötavoite, joka velvoittaa maankohoamisrannan erityispiirteiden huomioon ottamiseen.

Resurssien ja riittävän kokonaiskäsityksen puuttuessa ei satunnaisten ja paikallisten ruoppausten vaikutuksia voida useinkaan arvioida. Jotta jokaisen alueella toteutettavan toimenpiteen vaikutukset voitaisiin arvioida kokonaisvaltaisesti, tulee myös yksittäisiä ruoppauksia suunniteltaessa käyttää valmista suunnitelmapohjaa, jossa on tietoa kyseisen maa- ja vesialueen herkkyydestä ja luontoarvoista. Suunnittelun tulee johtaa siihen, että suurempia yhtenäisiä alueita jätetään hyödyntämättä, ja hyödyntäminen kohdistuisi tiettyihin ennalta valittuihin alueisiin. Rantojensuojelusäännöksistä poikkeavia erivapauksia ei tulisi myöntää, jos alueella on todettu olevan arvokkaita elinympäristöjä. Mikäli on epäselvää, onko alueella tällaisia elinympäristöjä, tulee noudattaa varovaisuusperiaatetta – erityisesti, jos aluetta ei ole aikaisemmin juurikaan hyödynnetty.

HELCOM hyväksyi vuonna 1995 Baltic Sea Protected Areas -järjestelmän (BSPA). Syynä oli, että suojeltavien merialueiden määrittäminen oli selvästi maa-alueilla tehtävää suojelutyötä jäljessä. Vielä nytkin merialueiden suojelutyö on selvästi maa-alueiden suojelua kehittämättömämpää. Kiinnostusta ja halua meriympäristön suojeleluun tulee selvästi lisätä.

3.4 Luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen

Yleisenä tavoitteena on turvata Perämeren kalakantojen kestävä kehitys sekä löytää pitkäkestoisen ratkaisun hyljekantojen ja kalastuselinkeinoon väliseen eturistiriitaan.

Perämeri Life -projektissa ei ole ollut mukana kalatalousviranomaisia tai kala- ja hyljetutkimusta tekeviä organisaatioita. Luonnonvaroihin ja etenkin kaloihin liittyvät kysymykset ovat kuitenkin nousseet keskeisesti esille eri yhteyksissä. Kokonaisvaltaisen tarkastelun mahdollistamiseksi meriympäristöön liittyvää yhteistyötä on tehtävä niiden tahojen kanssa, jotka tuottavat

seuranta- ja tutkimustietoa luonnonvaroista ja niiden käytöstä. Esille on tässä yhteydessä nostettu muutama aihe.

Kalakantojen kestävä kehitys tulee turvata yhteistyössä eri tahojen kanssa. Erityisesti vaeltavien kalalajien kannat ovat pienentyneet Perämeressä. Taustalla on monia syitä, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan monenlaista asiantuntemusta. Lohikantoja elvytetään SAP-ohjelman avulla, mutta myös meritaimenta koskevat ongelmat tulee nostaa esiin. Meritaimenkannat ovat paikallisempia kuin lohikannat, joten paikallis- ja aluetason toimia tarvitaan. Perämeri on yksi niistä alueista, joilla monien meritaimenkantojen tila on hyvin heikko. Esimerkkinä toimista on Norrbottenin lääninhallituksen vuonna 2004 aloittama tiedotushanke meritaimenten tilasta ja suojelusta.

Hyljekantojen ja kalastuksen välinen eturistiriita on vanhaa perua, mutta nykytilanne on uudenlainen, sillä kalastuselinkeino on yhden sukupolven ajan saanut kehittyä ilman hylkeiden aiheuttamia häiriöitä. Nyt ristiriidalle tulee löytää kestävä ratkaisu, josta kaikki osapuolet voivat olla yhtä mieltä. HELCOM:in asettama hylkeenpyynti-

kielto vuonna 1988 oli aikanaan hyvin perusteltu, koska hyljekannat olivat hyvin pieniä ja hylkeiden terveydentila huono. Pyyntikiellon ja vähentyneiden ympäristömyrkky-pitoisuuksien yhteisvaikutus on kuitenkin johtanut harmaahyljekantojen tasaiseen kasvuun. Samalla kasvavat hylkeiden ammattikalastukselle aiheuttamat vahingot, mikä johtaa vuosittain suuriin taloudellisiin tappioihin. Hylkeenkestäviä kalastusvälineitä ja -menetelmiä on kehitetty 1990-luvun puolivälistä saakka. Uusien välineiden hankinta edellyttää yksittäisiltä kalastajilta suuria investointeja. Tukea hylkeenkestävien kalastusvälineiden ostamiseen ja korvauksia hyljevahingoista on kuitenkin mahdollista saada. Hylkeenkestäviä kalastusvälineitä tulee kehittää edelleen ja kustannukset tulee pitää eri keinoin kohtuullisina.

Ehkäisevät toimet eivät ole tähän mennessä riittäneet. Yhä kasvavien ongelmien vuoksi kalastajille on myönnetty poikkeuslupia hylkeiden pyytämiseen vahinkojen estämiseksi ongelmalualueilla. Suomessa vahinkoja estävä pyynti on ollut sallittua vuodesta 1997 lähtien; Ruotsissa toiminta sallittiin vuonna 2001. Nykytilanteessa on aiheellista, että Ruotsi ja Suomi toimivat yhdessä HELCOM:issa, jotta harmaahyljekantojen tilasta ja pyyntikiintiöistä pahimmilla ongelmalualueilla päästään yhteisymmärrykseen. Perusedellytyksenä pyynnille tulee olla, että alueen hyljekanta on tarpeeksi suuri muodostaakseen elinvoimaisen populaation, ja ettei pyynnistä seuraa haavoittavia ohilaukauksia. Hyljekannan kehityksen tarkka seuranta ja hylkeiden terveydentilan tarkkailu on tärkeää, jotta mahdolliset negatiiviset muutokset huomataan jo aikaisessa vaiheessa.

Merenkurkussa on vuosina 2001 - 2003 toteutettu rajat ylittävä Merenkurkun Harmaahylje -projekti (<http://www.kvarken.org>), jonka tavoitteena on ollut päästä Merenkurkussa yhteisymmärrykseen hylkeiden ekologisesta merkityksestä niin voimavarana kuin ongelmanakin. Samankaltaisiin, kaikki Perämeren toimijat yhteen kokoon hankkeisiin kannattaa jatkossakin panostaa.

3.5 Valmius uusien lajien varalta

Yleisenä tavoitteena on estää vieraiden lajien leviäminen Perämerelle. Tämä koskee sekä uusien lajien tahallista levittämistä että niiden kulkeutumista alueelle muulla tavoin.

Perämeressä elää jo nyt muutamia alueelle sopeutuneita tulokaslajeja, kuten kanadanhanhi, merimetso ja kirjolohi sekä vaeltajakotilo, josta harvoin edes muistetaan, ettei laji ole kotoperäinen. Kaikki lajit eivät sopeudu yhtä helposti; Perämeren alhainen suolapitoisuus ja lämpötila voivat osoittautua esteeksi monille sellaisille lajeille, jotka ovat jo onnistuneet asettumaan

Itämeren eteläisemmille alueille.

Aktiivisen tiedottamisen, yhteistyön ja seurannan avulla vaikutetaan siihen, että vieraita lajeja ei tuoda Perämereen. Jotta uusien lajien kulkeutuminen muilla tavoin voidaan estää, tarvitaan toimia niin merenkulussa, satamatoiminnassa ja vedenkäytössä kuin akvaariokalojen ja vedessä elävien koe-eläimien kaupassa ja käsittelyssä. Vierasperäisiin lajeihin on suhtauduttava vakavasti, koska niillä voi olla haitallisia vaikutuksia alueen alkuperäiseen eliöstöön. Eteläisemmällä Itämerellä vieraslajeista on ollut haittaa myös elinkeinoelämälle. Esimerkiksi petovesikirput aiheuttavat taloudellisia menetyksiä kalastukselle, koska ne takertuvat verkkoihin ja vaeltajasimpukat voivat suurina määrinä esiintyessään tukkia teollisuuslaitosten vedenottojärjestelmiä. Vierasperäiset lajit voivat myös tuoda mukanaan tauteja, jotka voivat vahingoittaa kotoperäisiä lajeja.

4 Tiivistelmä

■ Perämeri Life -projektissa luotu rannikkoalueen integroitu hallintajärjestelmä sisältää tietoa Perämeren tilasta, ympäristöongelmista ja ympäristöseurannasta. Konkreettisia työkaluja ja suuntaviivoja on luotu, jotta eri tahot voisivat tehdä ympäristötyötä entistä yhtenäisemmin. Projektin päätyttyä on tärkeää löytää vakaalla pohjalla olevia, pitkäkestoisia yhteistyön muotoja. Näin projektin kolmen vuoden aikana tekemää työtä voidaan yhä edelleen kehittää ja laajentaa, ja työn tuloksia voidaan hyödyntää eri tahojen jokapäiväisessä toiminnassa. Perämeren yhteistyön tarvetta korostaa erityisesti se seikka, että tämänhetkiset yhteistyöelimet eivät kata koko Perämerä, eikä EU:n vesipolitiikan puitteiden direktiivi kata merialuetta kokonaisuutena. Koska Perämeri on maittemme ja alueittemme yhteinen arvokas vesialue, tulee raja-alueyhteistyön lähtökohtana pitää kansainvälisiä ja kansallisia sopimuksia sekä laadittuja ympäristöohjelmia.

■ Yhteistyön toteuttamiseen on tarjolla monia vaihtoehtoja: uuden laajan yhteistyöelimen perustaminen, olemassa olevien yhteistyöelinten ympäristötyön alueellinen laajentaminen, projektimuotoinen yhteistyö tai viranomaistoimintaan painottuva yhteistyö. Näistä viranomaistoimintaan painottuva yhteistyö on nykytilanteessa valmis vaihtoehto. Se olisi luonnollista jatkoa projektille ja samalla työskentelytapa, jota voidaan suunnitellusti kehittää kohti laajempia ja pysyvämpiä yhteistyömuotoja. Tämä ei myöskään sulje pois muita vaihtoehtoja. Myös uuden projektimuotoisen Perämeri-yhteistyön mahdollisuudet tulee selvittää. Tulevan yhteistyön tärkeitä kulmakiviä ovat yhteistyöverkoston kehittäminen, kestäväan kehitykseen johtavien toimien valmistelu, tiedonvälitys, vesipuitteiden direktiiviin liittyvät tehtävät sekä tietotason kartuttaminen.

■ Perämeri on ainutlaatuinen ja herkkä merialue. Jotta tämän merialueen kestävä kehitys ja sen ainutlaatuisten ominaispiirteiden säilyminen voidaan turvata, on erittäin tärkeää estää ympäristön tilan huononeminen. Perämeri Life -projekti on keskittynyt Perämeren alueen ympäristöviranomaisten toimintakenttään. Perämeren tilan tarkasteleminen kokonaisuutena edellyttää kuitenkin huomattavasti laajempaa yhteistyötä. Projektissa on korostettu viittä teemaa: rehevöitymisen vähentäminen, ympäristölle vaarallisten aineiden seuranta, alueidenkäytön kokonaissuunnittelu, luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen ja valmius uusien lajien varalta. Näiden teemojen tulee muodostaa yhteistyössä eri tahojen kanssa tehtävän jatkotyöskentelyn keskeinen sisältö.

■ Rannikkoalueiden rehevöitymisen vähentämiseksi tarvitaan toimia kaikista valuma-alueen toiminoista, kuten maa- ja metsätaloudesta sekä asutuksesta ja teollisuudesta, peräisin olevan ravinte-kuormituksen pienentämiseksi. Haitallisten aineiden käsittelyyn tarvitaan kansallisen ja kansainvälisen tason toimia. Perämerellä erityisesti dioksiinit, PCB-yhdisteet, elohopea ja hiilivedyt tulee ottaa huomioon. Maa- ja vesialueiden käytön kokonaisvaltainen suunnittelu on tärkeä apukeino matkalla kohti kestävää rannikko- ja saaristoalueiden kehitystä. Paineiden vaikutuksia arvioitaessa tulee ottaa huomioon niin yhteisvaikutukset kuin maa- ja vesiympäristön haavoittuvuus ja suojeluarvot. Vedenalaisen ympäristön tärkeyttä tulee korostaa, ja asenteisiin ja kiinnostukseen merellisen ympäristön suojeluun tulee vaikuttaa. Jotta Perämeren luonnonvaroja voitaisiin hyödyntää kestävämmällä tavalla, tulee yhteistyöpohjaa ympäristöasioissa laajentaa. Yhteistyön päätavoitteisiin voisi kuulua elinvoimaisten kalakantojen säilyttäminen samalla, kun kalaa hyödynnetään arvokkaana luonnonvarana. Myös kestäväan ratkaisun löytäminen kalastuselinkeinon ja hylkeidensuojelun väliseen ristiriitaan edellyttää laajaa yhteistyötä. Vierasperäisten lajien tuominen ja leviäminen Perämerelle tulee estää. Perämeri on erittäin haavoittuva merialue, ja vierasperäiset lajit voivat aiheuttaa merkittäviä muutoksia alueen luonnossa.

Kirjallisuus

- Ackefors, H., Hernroth, L., Lindahl, O. & Wulff, F. 1978. Ecological production studies of the phytoplankton and zooplankton in the Gulf of Bothnia. Finnish Marine Research 244: 116-126. Adolfsson-Erici, M., Johansson, C. & Pettersson, M. 2003. Screening av triclosan i reningsverk och recipienter. Redovisning från nationell miljöövervakning 2003. IVL.
- Alasaarela, E. & Myllymaa, U. 1978. Investigations into the dispersal of river and waste waters in the northeastern part of the Bothnian Bay in 1975-1977. Finnish Marine Research 244: 173-182.
- Alasaarela, E. 1979a. Phytoplankton and environmental conditions in central and coastal areas of the Bothnian Bay, Finland. Annales Botanici Fennici 16(3): 241-274.
- Alasaarela, E. 1979b. Spatial, seasonal and long-term variations in the phytoplanktonic biomass and species composition in the coastal waters of the Bothnian Bay off Oulu. Annales Botanici Fennici 16(2): 108-122.
- Alasaarela, E. 1979c. Studies on the spread of river and waste waters in the northeastern part of the Bothnian Bay. 2. Dispersion and influence of river and waste waters in summer and in winter. Aqua Fennica 9: 16-39.
- Alasaarela, E., Virtanen, M. & Koponen, J. 1993. Bothnian Bay project- past, present and future. Aqua Fennica 23: 117-124.
- Andersin, A-B., Lassig, J., Parkkonen, L. & Sandler, H. 1978. Long-term fluctuations of the soft bottom macrofauna in the deep areas of the Gulf of Bothnia 1954-1974; with special reference to *Pontoporeia affinis* L. (Amphipoda). Finnish Marine Research 244: 137-144.
- Andersson, A., Hajdu, S., Haecky, P., Kuparinen, J. & Wikner, J. 1996. Succession and growth limitation of phytoplankton in the Gulf of Bothnia (Baltic Sea). Marine Biology 126: 791-801.
- Andren, T. 1990. Till stratigraphy and ice recession in the Bothnian Bay. Doktorsavhandling. Stockholms universitet.
- Auniola, Anna-Mari (red). 1998. Keski-Pohjanmaan Ympäristöohjelma. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus.
- Axe, P. & Bjerkebæk-Lindberg, A. 2004. Hydrografi/hydrokemi. I: Wiklund, K. (red) 2004. Bottniska viken 2003.
- Bergman, A. 2001. Gräsälspopulationens hälsotillstånd. I: Wiklund K. (red) 2001. Bottniska viken 2000.
- Bergman, A., Bergstrand, A. & Bignert, A. 2001. Renal lesions in Baltic grey seals (*Halichoerus grypus*) and ringed seals (*Phoca hispida botnica*). Ambio 30(7): 397-409.
- Bergström, L. & Bergström, U. 1999. Species diversity and distribution of aquatic macrophytes in the Northern Quark, Baltic Sea. Nordic Journal of Botany 19(3): 375-383.
- Bergström, S. & Carlsson, B. 1994. River runoff to the Baltic Sea 1950-1990. Ambio 23(4-5): 280-287.
- Bergström, S. 1999. Höga vattenflöden i reglerade vattendrag. SMHI Fakta nr 1.
- Bergström, S., Carlsson, B. 1993. Hydrology of the Baltic basin: inflow of fresh water from rivers and land for the period 1950 – 1990. SMHI Reports Hydrology no 7.
- BERNET Huvudrapport 2001. Hantering av övergödningen i Östersjöregionen – ett regionalt perspektiv.
- Bjerkebæk-Lindberg, A. & Gorrings, P. 2003. Hydrografi/hydrokemi. I: Wiklund, K. (red) 2003. Bottniska Viken 2002.
- Blomqvist, D. & Ljungqvist, P. 1993. Stabila organiska miljögifter och tungmetaller i gädda från Piteå skärgård. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 5/1993.
- Borg, H. & Jonsson, P. 1996. Large-scale metal distribution in Baltic Sea sediments. Marine Pollution Bulletin 32(1): 8-21.
- Bothniakonsult 2001. Delprojektrapport för projekt Bottenviksbågen. Landhöjning i Bottenviksbågen.
- Boverket, 2003. Förutsättningar för storskalig utbyggnad av vindkraft. Slutrapport.
- Brandt, M. & Ejhed, H. 2002. Transport – Retention – Källfördelning (TRK-projektet). Belastning på havet. Naturvårdsverket, rapport nr 5247.
- Breitholtz, M., Hill, C. & Bengtsson, B-E. 2001. Toxic substances and reproductive disorders in Baltic fish and crustaceans. Ambio 30 (4-5): 210-216.
- Boström, K., Burman, J-O., Boström, B., Pontér, C., Brandlöv, S. & Alm, B. 1978. Geochemistry, mineralogy and origin of the sediments in the Gulf of Bothnia. Finnish Marine Research 244:8-35.
- Brännström, G. & Mattsson, L. Miljösamverkan Bottenviken. Ett handlingsprogram för en förbättrad havsmiljö. Länsstyrelsen i Norrbottens län.
- Byström, P., Norrgren, L., Andersson, T. & de Wit, C. 2002. Varför leker inte laken i norra Bottenviken? Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 1/2002.
- Carlsson, B. & Sanner, H. 1996. Modelling influence of river regulation on runoff to the Gulf of Bothnia. Nordic hydrology 27(5): 337-350.
- Common Implementation Strategy Working Group 2.7. 2003. Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive (2003-01-23).
- de Wit, C. 2002. An overview of brominated flame retardants in the environment. Chemosphere 46: 583-624.

- Ekman, S. 1910. Norrlands jakt och fiske. I: Jacobsson, R. 1983. Norrländska skrifter nr. 11.
- Elmgren, R. & Hill, C. 1997. Ecosystem function at low biodiversity – the Baltic example. I: Ormond, R. F. G., Gage, J. D. & Angel, M. V. (red). Marine biodiversity: patterns and processes. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, s. 319-336.
- Elmgren, R. & Larsson, U. 2001. Nitrogen and the Baltic Sea: Managing nitrogen in relation to phosphorus. *The Scientific World* 1 (S2): 371-377.
- Elmgren, R. 2001. Understanding human impact on the Baltic ecosystem: changing views in recent decades. *Ambio* 30(4-5): 222-231.
- Engwall, M. 1995. Toxicity assessment of lipophilic extracts from environmental samples. Dissertation Summary 139. Faculty of Science and Technology. Acta Universalis Upsaliensis. Uppsala s. 1-49.
- EU kommissionen 1999. Lessons from the european commission's demonstration programme on integrated coastal management (ICZM).
- Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område. Europeiska gemenskapernas officiella tidning L 327.
- Europeiska kommissionen 1999. Mot en europeisk strategi för integrerad förvaltning av kustområden. Allmänna principer och strategiska alternativ. Ett diskussionsunderlag. EU:s demonstrationsprogram om integrerad förvaltning av kustområden 1997-1999.
- Europeiska kommissionen 2001. EU-fokus på kustområden. Att vända utvecklingen för Europas kustområde.
- Ferin-Westerholm, P. (red) 1994. Ympäristön tila Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Vesi- ja ympäristöhallitus. Aluelliset tilaraportit 2.
- Fiskeriverket 2000. Fiske 2000. En undersökning om svenskarnas sport- och husbehovsfiske. Fiskeriverket informerar 2000:1.
- Fiskeriverket 2000. Kvicksilver i kustfisk. Fiskeriverket Rapport 2000:2.
- Fiskeriverket 2000. Sälskador i det svenska fisket. Fiskeriverket Rapport 2000:3.
- Fiskeriverket 2001. Småskaligt kustfiske och insjöfiske – en analys. Utredningsrapport på uppdrag av regeringen. Beteckning 101-800-00.
- Fiskeriverket 2002. Fiskarkårens struktur samt fiskeflottans storlek och sammansättning 2001. Fiskeriverket informerar 2002:7.
- Fiskeriverket 2003. Kunskapsläget vad gäller den havsbaserade vindkraftens effekter på fisket och fiskbestånden. Fiskeriverket informerar 2003:2.
- Foberg, M. & Kautsky, H. 1992. Marin inventering av de vegetationsklädda bottenarna i Råneå och Kalix skärgård, Norrbottens län. En jämförelse augusti 1991. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 8/1992.
- Forsberg C. & Wallin, M. 2002. Samordnad recipientkontroll (SRK) – gäller både land och vatten. Vatten 58: 79-87.
- Forsberg, Åke & Pekkari, S. 1999. Undersökningar av undervattensvegetation och vattenkemi i nordligaste Bottenviken. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 3/1999.
- Forsgren, G. 1994. Sedimentation of iron, phosphorus and organic carbon in limnetic and estuarine environments in the river Öre system, northern Sweden. Doktorsavhandling. Umeå universitet.
- Furman, E., Salemaa, H., Välipakka, P. & Munsterhjelm, R. 2004. Grafik: Kuokka, P. The Baltic Sea – Environment and Ecology (transparangpresentation: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=79611&lan=en>).
- Gennert, G. Rantojen suojelu ja rantojen maankäytön ohjaus. Suomen ympäristökeskuksen luonto- ja maankäyttökyskissä (LUM) 13.10.1997 - 12.04.1998 tehty selvitys.
- Granö, O., Laurila, L. & Roto, M. 1995. Rakennetut meren rannat. Ympäristöministeriö, alueidenkäytön osasto. Tutkimusraportti 5/1995.
- Greyerz, E., Bignert, A., Olsson, M. & Petersoon-Grawé, K. 2000. Kvicksilver i gäddor från Norrlandskusten. En undersökning med konsumtionsperspektiv. Länsstyrelserna längs Norrlandskusten.
- Grimvall, A., Jonsson, P. & Hildén, M. 1994. Föroreningshoten mot Bottniska Viken. Vatten 50: 231-246.
- Grönwall J. 2002. Ramdirektivet och "allmänhetens medverkan" – vad gäller för vattenförbunden? Vatten 58: 111-117.
- Güner, H. 2001. Utsläppsrapport för Norrbottens län 1995-1999. En uppföljning av regionala miljömål. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 4/2001.
- Gårdmark, A., Aho, T. & Florin, A-B. 2004. Kustfisk och fiske – tillståndet hos icke kvotbelagda fiskresurser 2003. Fiskeriverket informerar 2004:5.
- Haapala, J., Alenius, P. 1994. Temperature and salinity statistics for the northern Baltic Sea 1961-1990. *Finnish Marine Research* 262: 51-121.
- Hallgren-Larsson, E. (red) 2002. Övervakning av luftföroreningar i norra Sverige. IVL-rapport B 1470.
- Hallikainen, A., Kiviranta, H., Isosaari, P., Vartiainen, T., Parmanne, R. & Vuorinen, P.J. 2004. Kotimaisen järvi- ja merikalan dioksiinien, furaanien, dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden ja polybromattujen difenylieettereiden pitoisuudet. Elintarvikevirasto 1/2004.
- Hansson, N. 2002. Strandprojektet 2002 – Digitalisering av störningsobjekt längs Norrbottenskusten och undersökning av exploateringsgrad med GIS-teknik. Examensarbete, Umeå Universitet.

- Harding K-C & Herkönen T-J. 1999. Development in the Baltic grey seal (*Halichoerus grypus*) and ringed seal (*Phoca hispida*) populations during the 20th century. *Ambio* 28(7): 619-627.
- Helander, B. & Karlsson, O. 2002. Gräsäl. I: Wiklund K. (red) 2002. Bottniska viken 2001.
- HELCOM 1996. Third periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea, 1989-93. Baltic Sea Environment Proceedings No. 64 B.
- HELCOM 1998. The third Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC 3). Baltic Sea Environment Proceedings No. 70.
- HELCOM 2002. Environment of the Baltic Sea area 1994-1998. Baltic Sea Environment Proceedings No. 82 B.
- HELCOM 2003. The Baltic Marine Environment 1999-2002. Summary. Baltic Sea Environment Proceeding No. 87.
- Helle, E. 1980. Lowered reproductive capacity in female ringed seals (*Phoca hispida*) in the Bothnian Bay, northern Baltic Sea, with special reference to uterine occlusions. *Annales Zoologici Fennici* 17(3): 147-158
- Helle, E., Helle, P., Väisänen, R.A. 1988. Population trends among archipelago birds in the Krunnit sanctuary, northern Gulf of Bothnia, in 1939-85. *Ornis Fennica* 65: 1-12.
- Hudd, R., & Leskelä, A. 1998. Acidification-induced species shifts in coastal fisheries off the River Kyrönjoki, Finland: A case study. *Ambio* 27(7): 535-538.
- Håkansson, B., Alenius, P. & Brydsten, L. 1994. Fysisk miljö i Bottniska Viken. *Vatten* 50: 187-200.
- Händel, Å. 1996. Sufidhaltiga jordar i Norrbotten och Västerbotten – förekomst och egenskaper. Seminariearbete. Inst. för markvetenskap, Nr 24. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Härkönen, T. & Härding, K. 1999. Vikaresäl. I: Wiklund K. (red) 1999. Bottniska viken 1998.
- ICES 2000. The status of fisheries and related environment of northern seas – a report prepared for the Nordic Council of Ministers by ICES. Report Serie Nord 2000:10. Nordic Council of Ministers, 2000, Copenhagen.
- ICES 2003. Baltic salmon and trout assessment working group report CM 2003/ACFM:20
- Inkala, A., Alasaarela, E. & Heiskanen, M. 1993. A model of nitrogen cycle and algal biomass as applied to the Bothnian Bay. *Aqua-Fennica* 23(2): 193-200.
- IVL Svenska Miljöinstitutet AB 2001. HBCD i Sverige – screening av ett bromerat flamskyddsmedel. Rapport B 1434.
- IVL Svenska Miljöinstitutet AB 2002. Skogstraktorer, kvicksilver och fisk. IVL Nyheter Nr.1 2002.
- IVL Svenska Miljöinstitutet AB. 2004. Organiska miljögifter i fisk från svenska bakgrundslokaler. Rapport B 1576.
- Jansson, B. 2000. Tennorganiska föreningar i svensk havsmiljö – behöver vi ytterligare kunskaper. 2:a utkast.
- Johansson, M., Lindberg, R., Wennberg, P. & Tysklind, M. 2003. Screening av antibiotika i avloppsvatten, slam och fisk under 2002/2003. Redovisning från nationell miljöövervakning 2003.
- Jokikokko E. 1993. The mortality of vendace (*Coregonus albula* L.) eggs incubated in the sea area off Simo in the northern Bothnian Bay. *Aqua Fennica* 23(1): 63-67.
- Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 1998. Stocking practices of anadromous whitefish, *Coregonus lavaretus lavaretus*, in Bothnian Bay, Finland; evidence from gillraker numbers. *Archiv für Hydrobiologie Spec. Issues. Advanc. Limnol.* 50: 507-515.
- Jokikokko, E., Leskelä, A. & Huhmarniemi, A. 2002. The effect of stocking size on the first winter survival of whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.), in the Gulf of Bothnia, Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology* 9: 79-85.
- Jonsson, B., & Blomqvist, D. 1992. Miljögifter och sedimentförhållanden i norra Bottniska viken. Länsstyrelsens tryckeri, Umeå.
- Kangas, P., Alasaarela, E., Lax, H-G., Jokela, S. & Storgård-Envall, C. 1993. Seasonal variation of primary production and nutrient concentrations in the coastal waters of the Bothnian Bay and the Quark. *Aqua Fennica* 23: 65-176.
- Kankaala, P. 1987. Structure, dynamics and production of mesozooplankton community in the Bothnian Bay (Scandinavia) related to environmental factors. - *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie* 72: 121-146.
- Kankaala, P., Alasaarela, E. & Sundberg, A. 1984. Phytoplankton and zooplankton production in the northeastern and central Bothnian Bay – a review of studies carried out in 1968-1978. *Ophelia Suppl* 3: 69-88.
- Karleby stad miljöjänster 2001. Miljöns tillstånd i Karleby 2000.
- Karlsson, A. & Leonardsson, K. 2004. Mjukbottenfauna. I: Wiklund, K. (red) 2004. Bottniska Viken 2003.
- Karås, P. & Hudd, R. 1993. Reproduction areas of fresh-water fish in the Northern Quark (Gulf of Bothnia). *Aqua Fennica* 23(1): 39-49.
- Karås, P. 1996. Basic abiotic conditions for production of perch (*Perca fluviatilis* L.) young-of-the-year in the Gulf of Bothnia. *Annales Zoologici Fennici* 33: 371-381.
- Kauppila, P. & Bäck, S. (red) 2001. The state of Finnish coastal waters in the 1990s. *Finnish Environment* 472.
- Kautsky, H. 1988. Factors structuring phytobenthic communities in the Baltic Sea. Doktorsavhandling. Stockholms universitet.

- Kautsky, H. & Foberg, M. 2001. Strandnära växt- och djursamhällen i grunda vikar i Råneå skärgård 1999. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 8/2001.
- Kautsky, H., Widbom, B. & Wulff, F. 1981. Vegetation macrofauna and benthic meiofauna in the phytal zone of the Archipelago of Luleå-Bothnian Bay. *Ophelia* 20(1): 53-77.
- Kindbom, K., Löfblad, G., Brorström-Lundén, E. & Person, K. 1996. Luftkvaliteten i Norrbottens län. Ett underlag för utformandet av regionalt mätprogram. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 4/1996.
- Kjellman, J., Hudd, R., Leskelä, A., Salmi, J. & Lehtonen, H. 1994. Estimations and prognosis of recruitment failures due to episodic acidifications on Burbot (*Lota lota* L.) of the river Kyrönjoki. *Aqua Fennica* 24 (1): 29-35.
- Koistinen, J., Nyman, M., Helle, E. & Vartiainen T. 1999. Dioxins in ringed seals (*Phoca hispida*) from the Baltic Sea and Spitsbergen. *Organohalogen Compounds* 43: 365-368.
- Kononen, K., K. Sivonen and J. Lehtimäki. 1993. Toxicity of the phytoplankton blooms in the Gulf of Finland and Gulf of Bothnia, Baltic Sea. I: T.J. Smayda & Y. Shimizu (Eds). *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea*. p. 269-273. Elsevier, Amsterdam.
- Kuparinen, J., Leonardsson, K., Mattila, J. & Wikner, J. 1994. Bottniska Viken ekologi: Näringsvävsstruktur, materialflöden och trender. *Vatten* 50: 201-219.
- Kvarkenrådet 1996. Bottenviken mår bra?
- Kvarkenrådet 1997. Fladorna och glosjöarna i Norra Kvarken. Kvarkenrådets publikationer 4. Vasa.
- Kvarkenrådet 1997. Hårdbottenvegetationen i Norra Kvarken. Kvarkenrådets publikationer 1. Vasa.
- Kvarkenrådet 1998. Kvarkens natur. Kvarkenrådets publikationer 10. Vasa.
- Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. & Salminen, R. 1996. *Geochemical Atlas of Finland, Part 3: Environmental geochemistry – stream waters and sediments*.
- Lax, H.-G., Kangas, P. & Storgård-Envall, C. 1993. Spatio-temporal variations of sedimentation and soft bottom macrofauna in the coastal waters of the Gulf of Bothnia. *Aqua Fennica* 23(2): 177-186.
- Lehtinen, K.-J. & Tana, J. 2001. Review of endocrine disrupting natural compounds and endocrine effects of pulp and paper mill and municipal sewage effluents. *Finnish Environment* 447.
- Lehtonen, H. & Jokikokko, E. 2002. Responses of anadromous European whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) to fishing in the Gulf of Bothnia. *Archiv für Hydrobiologie Spec. Issues. Advanc. Limnol.* 57: 669-676.
- Lehtonen, H., & Jokikokko, E. 1995. Changes in the heavily exploited vendace (*Coregonus albula* L.) stock in the northern Bothnian Bay. *Archiv für Hydrobiologie Spec. Issues. Advanc. Limnol.* 46: 379-386.
- Leivuori, M. & Niemistö, L. 1993. Trace metal in the sediments of the Gulf of Bothnia. *Aqua Fennica* 23(1): 89-100.
- Leivuori, M. & Niemistö, L. 1995. Sedimentation of trace metals in the Gulf of Bothnia. *Chemosphere* 31(8): 3839-3856.
- Leonardsson, K. 1993. Long-term ecological effects of bleached pulp-mill effluents on benthic macrofauna in the Gulf of Bothnia. *Ambio* 22: 359-362.
- Leonardsson, K. 1995. Mjukbottenfauna i regional miljöövervakning längs Norrlandskusten. Utvärdering av tidigare program och förslag till framtida strategi.
- Leppäranta, M. 1981. On the structure and mechanism of the Bothnian Bay, Finland. *Annales Zoologici Fennici* 21(2): 89-104.
- Leskelä, A., Hudd, R., Lehtonen, H., Huhmarniemi, A. & Sandström, O. 1991. Habitats of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) larvae in the Gulf of Bothnia. *Aqua Fennica* 21(2): 145-151.
- Lundqvist, H. 2001. Har vildlaxen nått chans? I: Wiklund K. (red) 2001. Bottniska viken 2000.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 1998. Atmosfäriskt nedfall av tungmetaller kring Haparanda 1987-1995. Haparanda kommun och länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 4/1998.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 2004. Miljömål för Norrbotten.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 2004. Program för regional miljöövervakning i Norrbottens län 2004-2006.
- Länsstyrelsen i Västerbotten 1995. Samordnad recipientkontroll Umeälvens nedre del – utvärdering av mätningar genomförda 1990-1994.
- Länsstyrelsen i Västerbotten 1998. Samordnad recipientkontroll Umeälvens nedre del. Årsrapport 1998.
- Länsstyrelsen i Västerbotten 2004. Samverkan för hållbar utveckling i Västerbottens län – Miljökvalitetsmål, delmål och helhetsstrategier.
- Länsstyrelsen i Västerbottens län 2000. Kartmaterial från remissutgåva av 'Kvarken - presentation för nominering till världsarvslistan som en utvidgning av världsarvet Höga Kusten (diarienumr. 200003212).
- Länsstyrelsen i Västerbottens län 2001. Grunda vegetationsklädda havsvikar – inventering i tre kommuner i Västerbottens län 2000. Meddelande 3: 2001.
- MARE 2001. Kostnadseffektiva åtgärder mot eutrofiering av Östersjön – ett beslutsstödsystem. Årsrapport.
- Marmefelt, E. & Omstedt, A. 1993. Deep water properties in the Gulf of Bothnia. *Continental Shelf Research* 13: 169-187.
- Meriläinen, J.-J. 1984. Zonation of the macrozoobenthos in the Kyrönjoki estuary in the Bothnian Bay, Finland. *Annales Zoologici Fennici* 21(2): 89-104.
- Miljöministeriet samt Österbottens, Mellersta Österbottens, Norra Österbottens och Lapplands förbund 2003. Utredning om vindkraft 2003.

- Miljöministeriet. 1999. Östersjöns tillstånd. Miljön i Finland 337.
- Miljöministeriet. 2002. Finlands program för skydd av Östersjön. Statsrådets principbeslut. Miljön i Finland 569.
- Miljöredningsberedskap norr om Skellefteå. Kustbevakningen Region Nord. Intern inventering och utredning 2003.
- Nakari, T., Suortti, A.-M. & Järvinen, O. 2002. Sisä- ja rannikkovesien ympäristömyrkyjen seuranta v. 1997-1999. Suomen ympäristökeskuksen moniste 271.
- Naturmiljön i siffror 2000. Miljöstatistisk årsbok. Sverige officiella statistik, Statistiska centralbyrån.
- Naturskyddsföreningen i Norrbottens län 1986. Norrbottens natur – Temanummer om skärgården. Årsskrift 1986.
- Naturvårdsverket 1986. Recipientkontroll vatten, Allmänna råd 86:3.
- Naturvårdsverket 1986. Vattenrecipientkontroll vid skogsindustrier, Allmänna råd 94:2.
- Naturvårdsverket 1997. Environmental impact of pulp and paper mill effluents – A strategy for future environmental risk assessments. Report 4785.
- Naturvårdsverket 1997. Mål och åtgärder för bevarande av biologisk mångfald i svenska havsområden – underlagsrapport till Naturvårdsverkets aktionsplan för biologisk mångfald. Rapport 4599.
- Naturvårdsverket 1998. Organiska miljögifter – Ett svenskt perspektiv på ett internationellt problem. Monitor 16.
- Naturvårdsverket 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Kust och Hav. Naturvårdsverket, rapport 4914.
- Naturvårdsverket 2000. Kust- och skärgårdsområden i Sverige – Bevarandestrategi.
- Naturvårdsverket 2002. Regeringsuppdrag, alkylatbensin till 2-taktsmotorer.
- Naturvårdsverket 2003. Underlag för genomförande av ramdirektivet för vatten – delrapport 2. Dnr 529-6952-01 Rt.
- Naturvårdsverket 2003. Våra stränder och bestämmelser om strandskydd. Informationsbroschyr.
- Naturvårdsverket. Handbok för miljöövervakning. Internetupplaga på <http://www.naturvardsverket.se>
- Nikunen, E., Leinonen, R., Kemiläinen, B. & Kultamaa, A. 2000. Environmental properties of chemicals. Finnish Environment Institute. Environment Guide 71. Volumes 1 (1165 s) & 2 (241 s).
- Nordiska ministerrådet 1995. Vegetationstyper i Norden. Tema Nord 1994:665.
- Nordiska ministerrådet 2001. Kustbiotoper i Norden – Hotade och representativa biotoper.
- Nyman, M. 2000. Biomarkers for exposure and for the effects of contamination with polyhalogenated aromatic hydrocarbons in Baltic ringed and grey seals. Doktorsavhandling. Helsingfors 2000.
- Palm, H. & Lammi, R. 1995. Fate of pulp mill organochlorines in the Gulf of Bothnia sediments. Environmental Science & Technology 29(7): 1722-1727.
- Persson, C. & Roos, E. 2000. Regional luftmiljöövervakning för Norrbottens län baserad på Sverigemodellen – 1997 års data. SMHI, Sa-PM nr 13.
- Peterson, M. 2000. Vindkraft till havs – en litteraturstudie av påverkan på djur och växter. Naturvårdsverket Rapport 5139.
- Pettersson, T. (red) 1995. Miljö 2000 – För ett långsiktigt bärkraftigt Norrbotten. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 9/1995.
- Pettersson, T. (red) 2001. Energin och framtiden i Norrbotten. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 5/2000.
- Piteå kommun 1999. Våra stränder – En GIS-studie av exploateringsgrad längs havsstränder i Piteå kommun. Piteå kommun, Miljö- och byggkontoret.
- Pitkänen, H. 1994. Eutrophication of the Finnish coastal waters: Origin, fate and effects of riverine nutrient fluxes. Publications of the Water and Environment Research Institute 18: 1-45.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 1997. Pohjois-Pohjanmaan ympäristöohjelma. Alueelliset ympäristöjulkaisut 48.
- Pohjois-Pohjanmaan Ympäristökeskus, Kainuun Ympäristökeskus, Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto Oy. 1995. Oulun läänin vesistöjen tilaraportti.
- Pulliainen, E., Korhonen, K. & Huuskonen, M. 1999. Perämeren mateiden sukurauhasten kehityshäiriöt. Ongelman laajuus ja yhteydet muiden kalojen lisääntymishäiriöihin. Suomen Ympäristö 322.
- Pulliainen, E., Korhonen, K. 1993. Does the burbot, *Lota lota*, have rest years between normal spawning seasons? Journal of Fish Biology 43: 355-362.
- Pulliainen, E., Korhonen, K., Kankaanranta, L. & Mäki, K. 1992. Non-spawning burbot on the northern coast of the Bothnian Bay. Ambio 21(2): 170-175.
- Pullianen, E. & Marjakangas, A. 1980. Eggshell thickness in eleven sea and shore bird species of the Bothnian Bay. Ornis 57: 65-70.
- Rahm, L., Hakansson, B., Larsson, P., Fogelqvist, E., Bremle, G. & Valderrama, J. 1995. Nutrient and persistent pollutant deposition on the Bothnian Bay ice and snow fields. Water, Air, & Soil Pollution 84: 187-201.
- Ranke, W., Rappe, C. (red), Soler, T., Funegård, P., Karlsson, L. & Thorell, L. 1999. Baltic salmon rivers – status in the late 1990s as reported by the countries in the Baltic region.
- Rautio, L.-M. & Ilvessalo, H. (red) 1998. Ympäristön tila Länsi-Suomessa – Miljöns tillstånd i västra Finland. Västra Finlands miljöcentral, Österbottens Förbund, Etelä-Pohjanmaan liitto.

- Rautio, L-M. & Ilvessalo, H. (red.) 2001. Västra Finlands miljöprogram fram till år 2006. Regionala miljöpublikationer 201.
- Rekolainen, S., Pitkänen, H., Bleeker, A. & Felix, S. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish agriculture areas to the Baltic sea. *Nordic Hydrology* 26: 55 - 72.
- Rolff, C., Elmgren, R. 2000. Use of riverine organic matter in plankton food webs of the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 197: 81-101
- Romakkaniemi, A. 2003: Lohen luonnontuotannon elpyminen Pohjanlahdella. I: Leskelä, A. (red). Kalavesien hoidon uudet tuulet. Kalantutkimuspäivät 2003. Kala- ja riistaraportteja 291: 32-37.
- Ruoppa, M. & Heinonen, P. (red) 2004. Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristö 682.
- Ruoppa, M., Paasivirta, J., Lehtinen, K-J. & Ruonala, S. (red) 2000. 4th International conference on environmental impacts of the pulp and paper industry. Proceedings of the conference 12-15 June 2000, Helsinki, Finland. *The Finnish Environment* 417.
- Rytönen, J., Siitonen, L., Riipi, T., Sassi, J. & Sukselainen, J. 2002. Statistical Analyses of the Baltic Maritime Traffic. VTT Technical Research Centre of Finland. Research report No. VAL34-012344
- Rönnberg, C. 2001. Effects and consequences of eutrophication in the Baltic Sea. Specific patterns in different regions. Licentiatavhandling, Åbo Akademi.
- Salemaa, H., Tyystjärvi-Muuronen, K. & Aro, E. 1986. Life histories, distribution and abundance of *Mysis mixta* and *Mysis relicta* in the northern Baltic Sea. *Ophelia Suppl* 4: 239-247.
- Salomonson, Å. 1999. Grunda vegetationsklädda fjärdar i Skellefteå kommun. Skellefteå kommun.
- Sandell, G., Karås, P. & Hästbacka H. 1995. Bevarande och restaurering av reproduktionsmiljöer för fisk i vattendrag. Fiskeriverket. Kustrapport 1995:2.
- Sandström, O. 1980. The ecology of the plankton fauna in the Gulf of Bothnia. Doktorsavhandling, Umeå Universitet.
- Sandström, O. 1994. Kustfisk och fiske i Bottniska viken. Fiskeriverket. Kustrapport 1994:1.
- Sandström, O. 2000. Fisk och fiske i svenska kustvatten. Fiskeriverket. Rapport 2000:1.
- Savea-Nukala, T., Rautio, L-M., Aaltonen, E-K. & Seppälä, M. Kyro älv – En levande älv. Delegationen för Kyro älv, Västra Finlands miljöcentral och Österbottens Vattenskyddsförening r.f.
- Siira, J., Kokkonen, P., Perämäki, P. & Timola, O. 1991. Chromium in sediments and biota in the northern part of the Bothnian Bay, Finland: a preliminary study. *Bothnian Bay reports* 5:3 -12.
- Siira, J., Pyy, L. & Kokkonen, P. 1998. Mercury in sediments and biota in the northern part of the Bothnian Bay. *Aquilo Series Botanica* 37: 29-50.
- Silvo, K., Hämäläinen, M-L., Forsius, K., Jouttijärvi, T., Lapinlampi, T., Santala, E., Kaukoranta, E., Rekolainen, S., Granlund, K., Ekholm, P., Räike, A., Kenttämies, K., Nikander, A., Grönroos J., & Rönkä, E. 2002. Päästöt vesiin 1990-2000. Vesiensuojelun tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste 242.
- Sjöberg, K. & Danell, K. 1981. Food availability and utilization by ducks of a shallow brackish-water bay in the northern Bothnian Bay, Sweden. *Annales Zoologici Fennici* 18(4): 253-262.
- Skogsindustrins utbildning i Markaryd AB. 1997. Yttre miljöskydd i massa- och pappersindustrin. Specialbok X-719. Markaryd 1997.
- Skyllberg, U. 2003. Kvicksilver och metylkvicksilver i mark och vatten – bindningen till humus avgörande för miljörisk. Sveriges Lantbruksuniversitet, Fakta Skog Nr.11.
- SMHI 2000. Svenskt vattenarkiv 1999. Avrinningsområden i Sverige, del 1. Vattendrag till Bottenviken. Nr 82, 2000.
- SMHI svenskt vattenarkiv – Havsområdesregister 1993.
- SMHI. 2001. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler – utgåva 2. Nr 99.
- Statens Officiella Utredningar 2003. Havet – tid för en ny strategi. Slutbetänkande av Havsmiljökommissionen. Statens offentliga utredningar (SOU) 2003:72.
- Statistiska meddelanden 2002. Bebyggelsepåverkad kust och strand. Sveriges officiella statistik, Statistiska Centralbyrån (SCB).
- Statistiska meddelanden 2002. Skyddad natur 31 dec 2002. Sveriges officiella statistik, Statistiska Centralbyrån (SCB).
- Stockenberg, A. and Johnstone, R. W. 1997. Benthic denitrification in the Gulf of Bothnia. - *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45: 835-843.
- Sundelin, B. & Eriksson, A-K. 1998. Malformations in embryos of the deposit-feeding amphipod *Monoporeia affinis* in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 171: 165-180
- Sundell, J. 2000. Recipientkontroll vid Rönnskärsverken – tungmetaller i *Lymnaea palustris*. Examensarbete, Umeå universitet.
- Suomen Virallinen Tilasto - Finlands officiella statistik 2003. Kalavarat 2003 - Fiskresurser 2003. Maa-, metsä- ja kalatalous nro 61.
- Suomen Virallinen Tilasto - Finlands officiella statistik 2004.. Riistan- ja kalantutkimus. Vapaa-ajankalastus 2002 - Fritidsfiske 2002. Maa-, metsä- ja kalatalous nro 51
- Sveriges Geologiska Undersökningar 2001. Geology of the Kvarken area.
- Sveriges nationalatlas 1992. Hav och kust.

- Sveriges nationalatlas 1994. Berg och jord.
- Szudy, M. & Mark-Berglund, T. (red) 2003. Avloppsrening i Sverige.
- Takala, P. 1999. Ilman laatu Länsi-Suomessa vuosina 1993 – 1997. Alueelliset ympäristöjulkaisut 46/1999.
- Technical Working Group on Integrated Monitoring 2004. Baseline Report 2004 on "Integrated Monitoring of dioxins & PCBs in the Baltic Region".
- Tesfalidet, S. 2004. Screening av organiska tennföreningar i miljön. Naturvårdsverket. Redovisning från nationell miljöövervakning 2003.
- Thoreson, G., Hasselborg, T. & Appelberg, M. 2002. Trålfisket efter siklöja i Bottenviken – hot eller uthållig resursförvaltning. I: Wiklund K. (red) 2002. Bottniska viken 2001.
- Tjærnlund, U., Åkerman, G., Grunder, K., Zebühr, Y., Sundberg, H., Broman, D. & Balk, L. 2002. Undersökningar av kondensat bildat i kölvatten från båtar med utombordsmotorer – kemiska analyser och biologiska effekter. Rapport från Laboratoriet för akvatisk ekotoxikologi, Institutet för tillämpad miljöforskning (ITM), Stockholms universitet.
- Walterson, E. & Landner, L. 1996. Rönnskärsverkens påverkan på den yttre miljön – utvärdering av genomförda undersökningar. Miljöforskargruppen för Boliden Mineral AB.
- Valtonen, T., Alasaarela, E., Kankaala, P. & Kaski, M-L. 1978. The plankton community and phytoplankton – zooplankton relationships in the northern Bothnian Bay. Finnish Marine Research 244: 127-136.
- Wartiovaara, J. 1978. River input of dissolved substances into the Gulf of Bothnia in Finland. Finnish Marine Research 244: 153-157.
- Venäläinen, E-R., Hallikainen, A., Parmanne, R. & Vuorinen, P.J. 2004. Kotimaisen järvi- ja merikalan raskas metallipitoisuudet. Elintarvikevirasto nro 3/2004.
- Verta, M., Rekolainen, S. & Kinnunen, K. 1986. Causes of increased fish mercury levels in Finnish reservoirs. Publications of the Water Research Institute No. 65.
- Vesi- ja ympäristöhallitus 1988. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20.
- Widbom, B. 2000. Samhällsstruktur och naturlig mellanårsvariation hos bentisk meiofauna i Norra Bottenviken 1996-1998. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 3/2000.
- Viitala, L. & Ränkä, P. (red) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Lapin Ympäristökeskus.
- Wistbacka, S. 1996. Vattenkvaliteten i Öjasjön efter uppdämningen och dess inverkan på fiskbeståndet. Vasa Landsbygdsnäringsdistrikts rapport nr 14.
- Wulff, F., Flyg, C., Foberg, M., Hansson, S., Johansson, S., Kautsky, H., Klinteberg, T., Smaboerg, H., Skärlund, K., Sövin, T. & Wibom, B. 1977. Ekologiska undersökningar i Luleå skärgård 1976.
- Wulff, F., Perttilä, M. & Rahm, L. 1994. Omsättning av närsalter i Bottniska Viken 1991. Vatten 50: 220-230.
- Wulff, F., Rahm, L. & Rodriguez-Medina, M. 1994. Long-term and regional variations of nutrients in the Baltic Sea; 1972-1991. Finnish Marine Research 262:35-50.
- Vuorinen, P.-J., Haahti, H., Leivuori, M. & Miettinen, V. 1998. Comparisons and temporal trends of organochlorines and heavy metals in fish from the Gulf of Bothnia. Marine Pollution Bulletin 36: 236 – 240.
- Vuorinen, P.-J., Parmanne, R., Vartiainen, T., Keinänen, M., Kiviranta, H., Kotovuori, O. & Halling, F. 2002. PCDD, PCDF, PCB and thiamine in Baltic herring (*Clupea harengus* L.) and sprat (*Sprattus sprattus* L.) as a background to the M74 syndrome of Baltic salmon (*Salmo salar* L.). ICES Journal of Marine Science 59 (3): 480-496.
- Vuorinen, P.-J., Rantio, T., Witick, A. & Vuorinen, M. 1994. Organochlorines and heavy metals in sea trout (*Salmo trutta m. trutta*) in the Gulf of Bothnia off the coast of Finland. Aqua-Fennica 24 (1) 29-35.
- Vuoristo, H. (red) 1992. Yleisohjeet veloitettarkkailusta. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja B, 12.
- Vägverket, vägvärdningen. Miljökonsekvenser vid byggande i sulfidjord, del 2. Litteraturstudie och förslag till handhavande.
- Ådjers, K., Appelberg, M., Eschbaum, R., Lappalainen, A. & Lozys, L. 2001. Coastal fish monitoring in Baltic reference areas 2000. Kala- ja riistaraportteja nro 229.
- Åström M. 2001. Effect of widespread severely acidic soils on spatial features and abundance of trace metals in streams. Journal of Geochemical Exploration, 73: 181-191.
- Åström, M. 1996. Geochemistry, chemical reactivity and extent of leaching of sulphide-bearing fine-grained sediments in southern Ostrobothnia, Western Finland. Doktorsavhandling, Åbo Akademi.
- Åtgärdsgrupp Nord 1990, 2:a upplagan. Miljögiftskartering i Bottniska vikens svenska kustvatten.

Internetsivut:

Fiskeriverket: <http://www.fiskeriverket.se>
 Helsingin komissio: <http://www.helcom.fi>
 Institutet för vatten- och luftvårdsforskning: <http://www.ivl.se>
 Itämeriportaali: <http://www.itameriportaali.fi>
 Merenkurkun neuvosto: <http://www.kvarken.org>
 Merentutkimuslaitos: <http://www.fimr.fi>
 Metsäntutkimuslaitos: <http://www.metla.fi>
 Miljömålsportalen: <http://www.miljomal.nu>

Naturvårdsverket i Sverige: <http://www.naturvardsverket.se>
Norrbottenin lääninhallitus: <http://www.bd.lst.se>
Perämeri Life: <http://www.ymparisto.fi/perameri>
Riistan- ja kalantutkimuslaitos: <http://www.rktl.fi>
River Life: <http://www.vyh.fi/eng/research/euproj/riverl/index.htm>
Ruotsin elintarvikevirasto: <http://www.slv.se>
Ruotsin rannikkovartiosto: <http://www.coastguard.se>
Suomen elintarvikevirasto: <http://www.elintarvikevirasto.fi>
Suomen ympäristökeskus ja alueelliset ympäristökeskukset: <http://www.ymparisto.fi>
Statistiska Centralbyrån i Sverige: <http://www.scb.se/>
Stockholms Marina Forskningscentrum: <http://www.smf.su.se/>
Stockholms Universitet - Institutionen för systematisk ekologi. BED 2000-2002. <http://data.ecology.su.se/boing/>
Sveriges Lantbruksuniversitet: <http://www.slu.se>
Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut: <http://www.smhi.se>
Umeå Marina Forskningscentrum: <http://www.umf.umu.se>
Valtion teknillinen tutkimuskeskus: <http://www.vtt.fi>
Västerbottenin lääninhallitus: <http://www.ac.lst.se>

Kalvosarja Itämerestä: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=79611&lan=en>

Liitteet

Liite 1. Perämeren yleisiä kasveja ja eläimiä.

Taulukko 1. Perämeren tavallisia kasviplanktonlajeja Vallitsevat lajit on merkitty tähdellä. Esiintymisalueet on jaettu rannikkoon (R) ja avomereen (M).

Koko	Luokka	Laji tai suku	Esiintyminen
20 µm	Chlorophyta (viherlevät)	<i>Chlamydomonas</i> spp.	* R,M
		<i>Monoraphidium contortum</i>	* R,M
		<i>Mougeotia</i> sp.	R
		<i>Oocystis borgeri</i>	R,M
		<i>O. lacustris</i>	R
		<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	M
	Cyanophyta (sinilevät)	<i>Anabaena circinalis</i>	R
		<i>Aphanocapsa</i> sp.	M
		<i>Planktothrix agardhii</i>	R
		<i>Woronichinia compacta</i>	R
	Diatomophyceae (piilevät)	<i>Achnantes taeniata</i>	* M
		<i>Amphiprora paludosa</i>	R
		<i>Chaetoceros affinis</i>	R
		<i>Chaetoceros holsaticus</i>	M
		<i>Chaetoceros subtilis</i>	* R,M
		<i>Chaetoceros wighamii</i>	* R,M
		<i>Diatoma tenuis</i>	* R,M
		<i>Melosira arctica</i>	M
		<i>Melosira lineata</i>	R,M
		<i>Melosira</i> spp.	R
		<i>Navicula pelagica</i>	
		<i>Navicula vanhoëffii</i>	
		<i>Nitzschia frigida</i>	
		<i>Skeletonema costatum</i>	
		<i>Skeletonema subsalsum</i>	R
		<i>Thalassiosira baltica</i>	* R,M
		<i>Urosolenia eriensis</i>	R
		<i>Peridiniella catenata</i>	*
	Dinophyceae (panssarilevät)	<i>Euglena acus</i>	R
	Euglenophyceae (silmälevät)		
2-20 µm	Cryptophyceae (nielulevät)	<i>Cryptomonas</i> spp.	* R,M
		<i>Hemiselmis virescens</i>	*
		<i>Plagioselmis prolunga</i>	*
		<i>Rhodomonas lacustris</i>	* R,M
		<i>Teleaulax</i> spp.	*
	Chrysophyceae (kultalevät)	<i>Pseudopedinella tricornata</i>	
		<i>Uroglena</i> sp.	
	Prasinophyceae (tarttumalevät)	<i>Pyramimonas</i> spp.	* M
	Prymnesiophyceae	<i>Chrysochromulina</i> spp.	
<2 µm	Cyanophyceae, yksisoluiset (sinilevät)	<i>Synechococcus</i> spp.	*

Taulukko 2. Perämeren tavallisia eläinplanktonlajeja

Ryhmä	Laji tai suku
Hankajalkaiset	<i>Eurytemora affins</i> <i>Limnocalanus macrurus</i> <i>Acartia</i> sp. <i>Cyclopoida</i> spp.
Vesikirput	<i>Bosmina longispina maritima</i> <i>Daphnia cristata</i> <i>Evadne nordmannii</i> <i>Pleopsis polyphemoides</i> <i>Cercopagis pengoi</i> ****
Rataseläimet	<i>Synchaeta</i> spp. <i>Keratella cochlearis recurispina</i> <i>K. quadrata</i> <i>Asplancha priodonta</i>
* uusi laji, joka saattaa yleistyä	

Taulukko 3. Matalien, kovien pohjien yleisiä kasveja ja eläimiä (aineisto: Bergström & Bergström 1999, Foberg & Kautsky 1992, Forsberg & Pekkari 1999, Kautsky, Widbom & Wulff 1981, Kvarkenrådet 1998).

Ryhmä	Laji tai suku	Tieteellinen nimi
Kasvit		
Viherlevät	Palleroahdinparta Viherahdinparta Viherhius	<i>Cladophora aegagropila</i> <i>C. glomerata</i> <i>Ulothrix</i> sp.
Ruskolevät		<i>Pilayella littoralis</i>
Punalevät	Ruskokivitupsu Punahelminlehti Laikkupunalevät	<i>Sphacelaria arctica</i> <i>Ceramium tenuicorne</i> <i>Hildenbrandia</i> spp.
Sinilevät		<i>Rivularia atra</i>
Pohjalla elävät piilevät	Lukuisia lajeja	
Eläimet		
Kotilot	Leväkotilo Muunnoslimakotilo Piippolimakotilo	<i>Theodoxus fluviatilis</i> <i>Lymnaea peregra</i> <i>L. stagnalis</i>
Muut	Katkat Levärupi Runkopolyppi Merirokko Murtovesisieni Surviaissääsken toukat	<i>Gammarus</i> spp. <i>Electra crustulenta</i> <i>Cordylophora caspia</i> <i>Balanus improvisus</i> *** <i>Ephydatia fluviatilis</i> <i>Chironomidae</i>
*** Vain Perämeren eteläisimmissä osissa		

Taulukko 4. Matalien, pehmeiden pohjien tavallisimpia kasveja ja eläimiä. Suomen puolella on lisäksi lieju-simpukkaa *Macoma baltica* Pietarsaaren korkeudelle asti. Meiofaunaan kuuluvat hyvin pienikokoiset eläimet puuttuvat. Tähdellä merkityt kasvit voivat esiintyä myös karkeammalla alustalla kuten hiekalla ja soralla (Foberg & Kautsky 1992, Kautsky & Foberg 2001, Kautsky, Widbom & Wulff 1981, Kvarkenrådet 1997, Kvarkenrådet 1998, Länsstyrelsen i Västerbottens län 2001:3 ja Nordiska ministerrådet 2001).

Ryhmä	Laji tai suku	Tieteellinen nimi
Kasvit		
Näkinpartaiset	Merisykeröparta*	<i>Tolypella nidifica</i>
	Itämerennäkinparta*	<i>Chara baltica</i>
	Järvisiloparta*	<i>Nitella flexilis</i>
	Mukulanäkinparta*	<i>Chara aspera</i>
Viherlevät		<i>Vaucheria</i> spp.
Vesisammalet	Kapea näkinsammal*	<i>Fontinalis dalecarlica</i>
	Iso näkinsammal*	<i>F. antipyrretica</i>
	Vellamonsammal*	<i>Octodicerus fontanum</i>
Putkilokasvit	Merihaura	<i>Zannichellia palustris</i> ssp. <i>repens</i>
	Otahaura	<i>Z. palustris</i> ssp. <i>pedicellata</i>
	Ahvenvita	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
	Heinävita*	<i>P. gramineus</i>
	Hapsivita*	<i>P. pectinatus</i>
	Merivita*	<i>P. filiformis</i>
	Pikkuvita	<i>P. berchtoldii</i>
	Hentovita	<i>P. panormitanus</i>
	Ruskoärviä	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
	Isovesitähti	<i>Callitriche cophocarpa</i>
	Upovesitähti	<i>C. hermaphrodita</i>
	Järviruoko	<i>Phragmites australis</i>
	Sinikaisla	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>
	Hapsiluikka	<i>Eleocharis acicularis</i>
	Rantaluikka	<i>E. palustris</i>
	Mutayrtti	<i>Limosella aquatica</i>
	Äimäruoho	<i>Subularia aquatica</i>
Eläimet		
Kotilot	Muunnoslimakotilo	<i>Lymnaea peregra</i>
	Liejukotilo	<i>Valvata piscinalis</i>
		<i>V. macrostoma</i>
	Kehäkotilot	<i>Gyraulus</i> spp.
	Leväkotilo	<i>Theodoxus fluviatilis</i>
	Hoikkasarvikotilo	<i>Bithynia tentaculata</i>
	Vaeltajakotilo	<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>
	Isokiekkokotilo	<i>Planorbarius corneus</i>
Simpukat	Isojärvisimpukka	<i>Anodonta cygnea</i>
	Hernesimpukat	<i>Pisidium</i> spp.
Äyriäiset	Valkokatka	<i>Monoporeia affinis</i>
	Kilkki	<i>Saduria entomon</i>
	Katkat	<i>Gammarus</i> spp.
	Liejukatka	<i>Corophium volutator</i>
	Vesisiira	<i>Asellus aquaticus</i>
	Okakatka	<i>Pallasea quadrispinosa</i>
Madot	Nauhamato	<i>Prostoma obscurum</i>
	Amerikansukasjalkainen	<i>Marenzelleria viridis</i> **
Hyönteiset	Vesiperhosen toukat	<i>Trichoptera</i>
	Päivänkorennon toukat	<i>Ephemeroptera</i>
	Surviaissääsken toukat	<i>Chironomidae</i>
* esiintyy myös hiekka- ja sorapohjilla		
** laji on levinnyt Perämereen viime vuosina, ja sen oletetaan lisääntyvän alueella		

Taulukko 5. Perämeren ja Merenkurkun kalalajeja.

Tieteellinen nimi	Ruotsi	Suomi	Englanti
Vaeltavat lajit			
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Flodnejonöga	Nahkiainen	European river lamprey
<i>Coregonus lavaretus</i> *)	Sik	Siika	Whitefish
<i>Salmo salar</i>	Lax	Lohi	Salmon
<i>Salmo trutta trutta</i>	Havsöring	Meritaimen	Brown trout
<i>Anguilla anguilla</i>	Ål	Ankerias	Eel
Makean veden lajit			
<i>Esox lucius</i>	Gädda	Hauki	Northern pike
<i>Osmerus eperlanus</i>	Nors	Kuore (norssi)	Smelt
<i>Coregonus albula</i>	Siklöja	Muikku (maiva)	Vendace
<i>Thymallus thymallus</i>	Harr	Harjus	Grayling
<i>Carassius carassius</i>	Ruda	Ruutana	Crucian carp
<i>Abramis brama</i>	Braxen	Lahna	Bream
<i>Rutilus rutilus</i>	Mört	Särki	Roach
<i>Leuciscus idus</i>	Id	Säyne	Ide
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Stäm	Seipi	Dace
<i>Alburnus alburnus</i>	Löja	Salakka	Bleak
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Elritsa	Mutu	Minnow
<i>Noemacheilus barbatulus</i>	Grönlings	Kivenuoliainen	Stone loach
<i>Lota lota</i>	Lake	Made	Burbot
<i>Pungitius pungitius</i>	Småspigg	Kymmenpiikki	Nine-spined stickleback
<i>Perca fluviatilis</i>	Abborre	Ahven	Perch
<i>Stizostedion lucioperca</i>	Gös	Kuha	Pikeperch
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Gärs	Kiiski	Ruffe
<i>Cottus gobio</i>	Stensimpa	Kivisimppu	Bullhead
<i>C. poecilopus</i>	Bergsimpa	Kirjoeväsimppu	Alpine bullhead
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	Hornsimpa	Härkäsimppu	Four-horned sculpin
Merelliset lajit			
<i>Clupea harengus membras</i>	Strömming	Silakka	Baltic herring
<i>Clupea sprattus</i> **	Skarpsill	Kilohaili	Sprat
<i>Gadus morhua</i> **	Torsk	Turska	Cod
<i>Neurophis ophion</i>	Mindre havsnål	Siloneula	Straight-nosed pipefish
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Storspigg	Kolmipiikki	Three-spined stickleback
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Rötsimpa	Isosimppu	Bullrout
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Sjurygg	Rasvakala	Lumpsucker
<i>Zoarces viviparus</i>	Tånglake	Kivinilikka	Eelpout
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandstubb	Hietatokko	Sand goby
<i>Ammodytes tobianus</i>	Kusttobis	Pikkutuulenkala	Sandeel
<i>Platichthys flesus</i> **	Skrubbskädda	Kampela	Flounder
Istutetut lajit			
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regnbåge	Kirjolohi	Rainbow trout
<i>Salvelinus namaycush</i>	Kanadaröding	Harmaanieriä	Lake trout
Satunnaisesti esiintyvät lajit			
<i>Acipenser spaeri</i>	Sibirisk stör	Siperiansampi	Siberian sturgeon
<i>Acipenser gueldenstaedti</i>	Rysk stör	Venäjäsampi	Osetr
<i>Alosa fallax</i>	Staksill	Täpläsilli	Twaite shad
<i>Alosa alosa</i>	Majfish	Pilkkusilli	Allis shad
<i>Pelecus cultratus</i>	Skärkniv	Miekkasärki	Ziege
<i>Vimba vimba</i>	Vimma	Vimpa	Vimba bream
<i>Belone belone</i>	Näbbgädda	Nokkakala	Garpiki
<i>Psetta maxima</i>	Piggvar	Piikkikampela	Turbot
<i>Liparis liparis</i>	Ringbuk	Imukala	Sea-smail
* sekä makeassa vedessä että murtovedessä lisääntyviä muotoja			
** merellinen laji, jonka yleisen esiintymisen pohjoinen raja on pääasiassa Merenkurkussa			

Taulukko 6. Perämeren ja Merenkurkun rannikoilla säännöllisesti pesiviä lintulajeja. Listaan on pääasiassa valittu lajeja, jotka liittyvät vesiympäristöön (Helle, Helle & Väisänen 1988, Kvarkenrådet 1998, Länsstyrelsen i Västerbotten, Naturskyddsföreningen i Norrbottens län 1986 sekä Rautio & Ilvessalo, toim., 1998).

Laji ruotsiksi	Laji suomeksi	Tieteellinen nimi
Vigg	Tukkasotka	<i>Aythya fuligula</i>
Svärta	Pilkkasiipi	<i>Melanitta fusca</i>
Ejder	Haahka	<i>Somateria molissima</i>
Knipa	Telkkä	<i>Bucephala clangula</i>
Brunand	Punasotka	<i>Aythya ferina</i>
Bergand	Lapasotka	<i>Aythya marila</i>
Skäggdopping	Silkkiuikku	<i>Podiceps cristatus</i>
Gråhakedopping	Härkälintu	<i>Podiceps grisegena</i>
Svarthakedopping	Mustakurkku-uikku	<i>Podiceps auritus</i>
Sothöna	Nokikana	<i>Fulica atra</i>
Knölsvan	Kyhmyjoutsen	<i>Cygnus olor</i>
Smålom	Kaakkuri	<i>Gavia stellata</i>
Storlom	Kuikka	<i>Gavia arctica</i>
Gräsand	Heinäsaorsa	<i>Anas platyrhynchos</i>
Bläsand	Haapana	<i>Anas penelope</i>
Kricka	Tavi	<i>Anas crecca</i>
Stjärtand	Jouhisorsa	<i>Anas acuta</i>
Skedand	Lapasorsa	<i>Anas clypeata</i>
Grågås	Merihanhi	<i>Anser anser</i>
Kanadagås	Kanadanhanhi	<i>Branta canadensis</i>
Storskrake	Isokoskelo	<i>Mergus merganser</i>
Småskrake	Tukkakoskelo	<i>Mergus serrator</i>
Salskrake	Uivelo	<i>Mergus albellus</i>
Roskarl	Karikukko	<i>Arenaria interpres</i>
Rödbena	Punajalkaviklo	<i>Tringa totanus</i>
Drillsnäppa	Rantasipi	<i>Actitis hypoleucos</i>
Större strandpipare	Tylli	<i>Charadrius hiaticula</i>
Mindre strandpipare	Pikkutylli	<i>Charadrius dubius</i>
Mosnäppa	Lapinsirri	<i>Calidris temminckii</i>
Smalnäbbad simsnäppa	Vesipääsky	<i>Phalaropus lobatus</i>
Storspov	Isokuovi	<i>Numenius arquata</i>
Brushane	Suokukko	<i>Philomachus pugnax</i>
Enkelbeckasin	Taivaanvuohi	<i>Gallinago gallinago</i>
Strandskata	Meriharakka	<i>Haematopus ostralegus</i>
Morkulla	Lehtokurppa	<i>Scolopax rusticola</i>
Grönbena	Liro	<i>Tringa glareola</i>
Trana	Kurki	<i>Grus grus</i>
Fiskmås	Kalalokki	<i>Larus canus</i>
Skrattmås	Naurulokki	<i>Larus ridibundus</i>
Dvärgmås	Pikkulokki	<i>Larus minutus</i>
Gråtrut	Harmaalokki	<i>Larus argentatus</i>
Silltrut	Selkälokki	<i>Larus fuscus</i>
Havstrut	Merilokki	<i>Larus marinus</i>
Silvertärna	Lapintiira	<i>Sterna paradisaea</i>
Fisktärna	Kalatiira	<i>Sterna hirundo</i>
Skräntärna	Räyskä	<i>Sterna caspia</i>
Småtärna	Pikkutiira	<i>Sterna albifrons</i>
Labbe	Kihu	<i>Stercorarius parasiticus</i>
Tobisgrissla	Riskilä	<i>Cephus grylle</i>
Tordmule	Ruokki	<i>Alca torda</i>
Havsörn	Merikotka	<i>Haliaeetus albicilla</i>
Fiskgjuse	Kalasääski	<i>Pandion haliaetus</i>
Skärpiplärka	Luotokirvinen	<i>Anthus petrosus</i>
Sävsångare	Ruokokerttunen	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>

Liite 2. Perämeren rannikon teollisuuslaitokset

Alue	Laitos	Tyyppi	Tuotanto	Paikkakunta
Norrbotten	Billerud Karlsborg AB ¹	Paperi	283 000 tn massaa ja paperia 260 000 tn valkaistua kuitumassaa 60 % valkaistua paperimassaa 40 % valkaistua voima- ja käärepaperia 10 % pintakäsiteltyä paperia	Kalix
Norrbotten	Kappa Kraftliner Piteå ¹	Paperi	621 039 tn valkaisuainetta ja pintavalkaistua kuitumassaa	Piitime
Norrbotten	SCA Packaging Munksund AB ¹	Paperi	322 960 tn kuitumassaa	Piitime
Norrbotten	SSAB Tunnpå AB ¹	Metalli	714 000 tn koksia 1 798 000 tn raakaterästä	Luulaja
Västerbotten	SCA Packaging Obbola AB ²	Paperi	194 100 tn sulfaattimassaa 374 600 tn kuituja (kraftliner och euroliner). Sivutuotteet: 8 tn mäntööljyä 500 kg tärpättiä	Uumaja
Västerbotten	Boliden Mineral AB ³	Metalli	125 400 tn kuparia 40 600 tn lyijyä 9 300 tn kultaa 286 500 tn hopeaa 37 300 tn sinkkiklinkkeriä 234 600 tn rikkihappoa 59 600 tn rikkidioksidia 205 500 tn rautahiekkaa (järnsand) 1 900 tn raakanikkelisulfaattia	Skellefteå
Västerbotten	Volvo lastvagnar ¹	Metalliala	49 365 tavarankuljetusauton ohjaamoja 2 635 kpl CKD -eriä (asentamattomia hyttejä) 22 672 tn työstettyä metallia	Uumaja
Västerbotten	Scandiamant AB ¹	Metalliala	Teolliset timantit ABN (kubisk bornitrit) Polykristalliset tuotteet	Robertsfors
Lappi	Stora Enso Oyj Veitsiluodon tehtaat	Paperi ja massa	310 000 tn valkaistua massaa 400 000 tn hienopaperia 320 000 tn päällystettyä painopaperia 260 500 tn sahattua puutavaraa	Kemi
Lappi	Oy Metsä-Botnia Ab	Paperi	310 000 tn valkaistua massaa 129 000 tn valkaisuainetta massaa 23 000 tn mäntööljyä 1 800 tn tärpättiä 290 000 tn kuitumassaa	Kemi
Lappi	Outokumpu Stainless Oy	Metalli	236 000 tn ferrokromia 560 800 tn teräsaihoja 520 000 tn peitattuja kuumanauhoja sekä kylmävalssattuja levyjä ja nauhoja	Tornio
Pohjois-Pohjanmaa	Stora Enso Fine Papers Oy	Paperi ja massa	300 000 tn massa 580 000 tn paperia 12 000 tn mäntööljyä 600 tn tärpättiä	Oulu
Pohjois-Pohjanmaa	Rautaruukki Oyj	Metalli	2 560 000 tn rautaa, terästä ja rautaseoksia 2 600 000 tn kuumakäsiteltyä metallia 910 000 tn koksia	Raahe
Pohjois-Pohjanmaa	Eka Chemicals Oy	Kemikaalit	250 000 tn epäorgaanisia peruskemikaaleja	Oulu
Pohjois-Pohjanmaa	Arizona Chemical Oy	Kemikaalit	53 000 tn mäntööljyn hartsijalosteita 125 000 tn mäntööljyn tislauustuotteita 14 500 tn tärpätin tislauustuotteita	Oulu

Alue Pohjois- Pohjanmaa	Laitos Eka Polymer Latex Oy	Tyyppi Lateksi	Tuotanto 54 000 tn synteettisiä kumiraaka-aineita	Paikkakunta Oulu
Pohjois- Pohjanmaa	Oulun Energia	Voimalaitos	kaukolämpö ja sähkö	Oulu
Länsi-Suomi	UPM Kymmene Oy ³	Paperi	560 000 tn selluloosaa 110 000 tn voimapaperia 80 000 tn käärepaperia 270 000 m ³ sahatavaraa	Pietarsaari
Länsi-Suomi	Kokkola Zinc Oy ³	Metalli	200 000 tn sinkkiä 520 000 tn kadmiumia 54 tn lyijyä 51 tn elohopeaa 211 000 rikkidioksidia	Kokkola
Länsi-Suomi	OMG Kokkola Chemicals Oy ³	Kemikaalit	9 000 tn orgaanisia peruskemikaaleja (Co, Ni)	Kokkola
Länsi-Suomi	Kemira Chemicals Oy ³	Kemikaalit	793 000 tn kemikaaleja	Kokkola
Länsi-Suomi	OY JARO AB, Jakobstadsfabriken	Metalli	20 800 tn metallituotteita	Pietarsaari

¹ Ympäristöraportti vuodelta 2000

² Ympäristöraportti vuodelta 1999

³ Ympäristöraportti vuodelta 1998

Liite 3. Perämereen ja Selkämereen kohdistuva typpi- ja fosforikuormitus vuonna 1995

Lähde: HELCOM 1998. The third Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC 3). Baltic Sea Environment Proceedings No. 70.

Taulukko 1. Typpikuormitus.

	Joet, tn*	Jäteveden- puhdistamot, tn	Teollisuus- laitokset, tn	Yhteensä, tn	Valuma-alue, km ²	Aluekohtainen kuormitus kg/km ²
Suomi	25243	1165	1193	27601	133167	207
Ruotsi	16290	742	315	17347	118710	146
Perämeri	41533	1907	1508	44948	251877	178
Suomi	14180	638	497	15315	39301	390
Ruotsi	28459	1303	1764	31526	170088	185
Selkämeri	42639	1941	2261	46841	209389	224

* Myös luontainen huuhtouma on laskettu kuormitukseksi

Taulukko 2. Fosforikuormitus.

	Joet, tn*	Jäteveden- puhdistamot, tn	Teollisuus- laitokset, tn	Yhteensä, tn	Valuma-alue, km ²	Aluekohtainen kuormitus kg/km ²
Finland	1586	13	91	1690	133167	13
Ruotsi	1130	18	34	1182	118710	10
Perämeri	2716	32	125	2873	251877	11
Finland	681	18	54	753	39301	19
Ruotsi	1264	22	217	1503	170088	9
Selkämeri	1945	40	271	2256	209389	11

* Myös luontainen huuhtouma on laskettu kuormitukseksi

Liite 4. Typpikuormitus Ruotsista (1985 - 1999) ja Suomesta (1991 - 1996)

Ruotsi

Lähde: TRK-projektet. Brandt & Ejhed 2003. Transport – Retention – Källfördelning. Belastning på havet. Naturvårdsverket rapport 5247.

Taulukko 1. Typen nettokuormitus eri merialueille, tn/v, 1985 - 1999. Taustakuormitus = luonnon huuhtouma

Merialue	Typeä yhteensä tn/v	Tausta-kuormitus	Hajakuormitus-lähteet	Sisämaan pistekuormitus lähteet	Rannikon pistekuormitus lähteet	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	20 200	15 800	2 600	700	1 100	4 400
Selkämeri	36 200	22 000	8 300	2 800	3 000	14 100
Varsinainen Itämeri	29 700	6 200	15 400	3 900	4 200	23 500
Yhteensä tn/v	86 100	44 000	26 300	7 400	8 300	42 000

Taulukko 2. Typen nettokuormitus eri merialueille, % kokonaiskuormituksesta. Jakso 1985 - 1999.

Merialue	Typeä yhteensä tn/v	Tausta-kuormitus	Hajakuormitus-lähteet	Sisämaan pistekuormitus lähteet	Rannikon pistekuormitus lähteet	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	20 200	78,2	12,9	3,5	5,4	21,8
Selkämeri	36 200	60,8	22,9	7,7	8,3	39,0
Varsinainen Itämeri	29 700	20,9	51,9	13,1	14,1	79,1

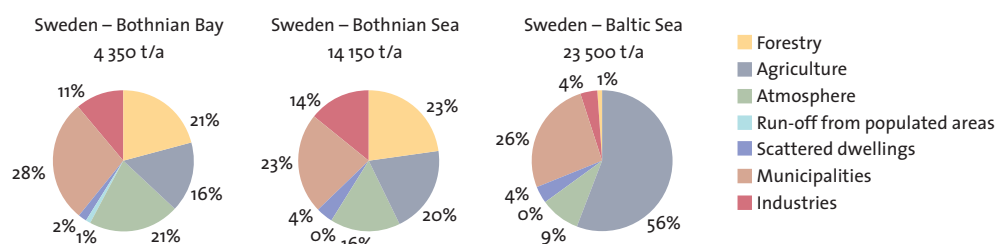
Taulukko 3. Eri lähteistä tuleva ihmisen aiheuttama typen nettokuormitus (tn/v), 1985 - 1999.

Meri-alue	Hakkuut	Maatalous maa	Laskeuma järviin	Hulevesi ¹	Haja-kuormitus yht.	Viemärit ²	Jäteveden puhdistamot	Teollisuus	Piste-kuormitus yht.	Valuma-alueen piste- ja haja kuormitus yht.	Jäteveden puhdistamot suoraan mereen	Teollisuus suoraan mereen	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	900	700	900	<50	2 600	100	400	200	700	3 300	800	300	4 400
Selkämeri	3 200	2 900	2 200	<50	8 300	600	1 500	700	2 800	11 100	1 700	1 300	14 100
Vars. Itämeri	300	13 000	2 000	100	15 400	1 000	2 600	300	3 900	19 300	3 600	600	23 500

¹ sateesta ja lumen sulamisesta peräisin oleva valumavesi
² mukana viemärit, jotka eivät ole kunnallisen jätevedenpuhdistuksen piirissä

Kuva 1. Ruotsista tuleva ihmisperäisen typen nettokuormituksen osuus päästölähteittäin eri merialueilla.

Bothnian Bay = Perämeri, Bothnian Sea = Selkämeri, Baltic Sea = Itämeri. Luokat: metsätalous, maatalous, ilma, hulevesi taajamista, haja-asutus, taajamien jätevedenpuhdistamot, teollisuus



Suomi

Lähteet: Kauppila, P. & Bäck, J. 2001. The state of Finnish coastal waters in the 1990s. The Finnish Environment 472 sekä Silvo, K. ym. 2002. Päästöt vesiin 1990 - 2000. Vesiensuojelun tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste 242.

Taulukko 4. Typen kuormitus eri merialueille, tn/v. Jakso 1991 - 1996. Kalalaitokset on sisällytetty pistekuormitukseen (osuus alle 1% kokonaiskuormituksesta).

Merialue	Typpeä yhteensä tn/v	Luonnon huuhtouma	Hajakuormitus	Pistekuormitus	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	34018	17550	11590	4878	16468
Selkämeri	15781	5010	7850	2921	10771
Saaristomeri	7030	1290	3280	2459	5739
Suomenlahti	17713	3890	6100	7723	13823
Yhteensä tn/v	74542	27740	28180	17981	46161

Taulukko 5. Typen kuormitus eri merialueille 1991 - 1996, % typen kokonaismäärästä. Kalalaitokset on sisällytetty pistekuormitukseen (osuus alle 1% kokonaiskuormituksesta).

Merialue	Typpeä yhteensä %	Luonnon huuhtouma %	Hajakuormitus %	Pistekuormitus %	Ihmisen toiminta yhteensä %
Perämeri	34018	51,6	34,1	14,3	48,4
Selkämeri	15781	31,7	49,7	18,5	68,3
Saaristomeri	7030	18,3	46,7	35,0	81,6
Suomenlahti	17713	22,0	34,5	43,6	78,1

Taulukko 6. Eri lähteistä tuleva ihmisen aiheuttama typen kuormitus (tn/v) Suomesta. Jakso 1991 - 1996. Suomenlahden osalta teollisuus sisältää myös liikenteen päästöt.

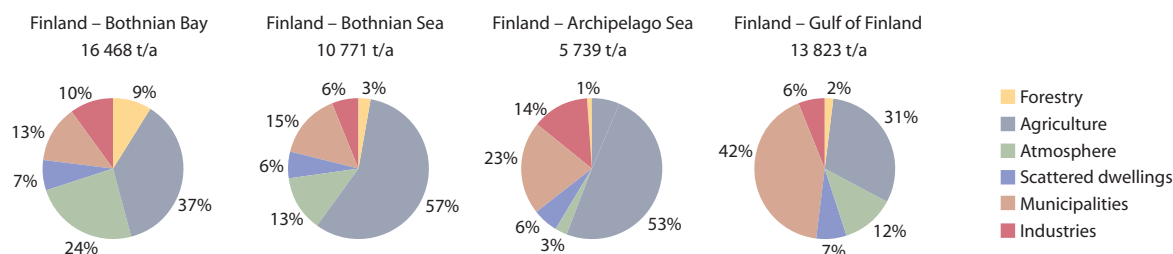
Merialue	Metsätalous ¹	Maatalous	Laskeuma järviin ja mereen	Hajakuormitus yhteensä	Viemärit ²	Jäteveden puhdistamot	Teollisuus ³	Pistekuormitus yhteensä	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	1500	6220	3870	11590	1100	2209	1569	4878	16468
Selkämeri	320	6110	1420	7850	620	1616	685	2921	10771
Saaristomeri	40	3090	150	3280	330	1315	814	2459	5739
Suomenlahti	220	4240	1640	6100	920	5809	994	7723	13823

¹ Sisältää hakkuut, metsänlannoituksen, ojitukset

² Sisältää viemärit, jotka eivät ole kunnallisen jätevedenpuhdistamon piirissä

³ Sisältää kalalaitokset

Kuva 2. Ihmisen aiheuttaman typen nettokuormituksen prosenttiosuudet päästölähteittäin eri merialueilla. *Bothnian Bay* = Perämeri, *Bothnian Sea* = Selkämeri, *Archipelago Sea* = Saaristomeri, *Gulf of Finland* = Suomenlahti. Luokat: metsätalous, maatalous, laskeuma, haja-asutus, taajamat, teollisuus.



Liite 5. Fosforikuormitus Ruotsista (1985 - 1999) sekä Suomesta (1991 - 1996)

Ruotsi

Lähde: TRK-projektet. Brandt & Ejhed 2003. Transport – Retention – Källfördelning. Belastning på havet. Naturvårdsverket rapport 5247.

Taulukko 1. Fosforin bruttokuormitus eri merialueille, tn/v, 1985-1999. Taustakuormitus = luonnon huuhtouma

Merialue	Fosforia yhteensä tn/v	Taustakuormitus	Hajakuormitus	Pistekuormitus	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	1 240	1100	60	80	140
Selkämeri	2 430	1820	200	400	600
Varsinainen Itämeri	1 310	230	580	500	1080
Yhteensä tn/v	4 980	3150	840	980	1820

Taulukko 2. Fosforin bruttokuormitus eri merialueille, % kokonaiskuormituksesta. Jakso 1985-1999.

Merialue	Fosforia yhteensä tn/v	Taustakuormitus %	Hajakuormitus %	Pistekuormitus %	Ihmisen toiminta yhteensä, %
Perämeri	1 240	88,7	4,8	6,5	11,3
Selkämeri	2 430	74,9	8,2	16,5	24,7
Varsinainen Itämeri	1 310	17,6	44,3	38,2	82,4

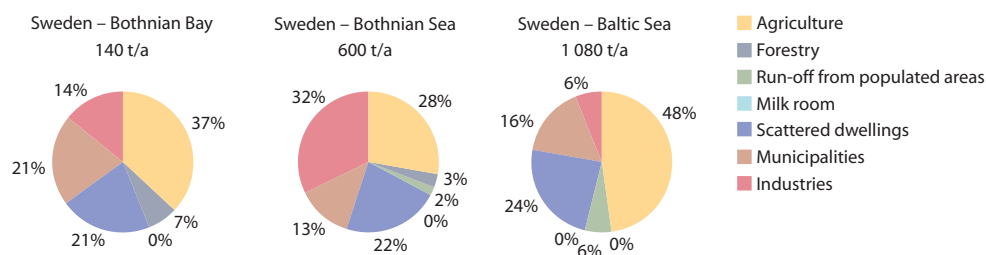
Taulukko 3. Eri lähteistä tuleva ihmisen aiheuttama fosforin bruttokuormitus (tn/v). Jakso 1985-1999.

Merialue	Pellot ja laidunmaat	Hakkuut	Hulevesi ¹	Hajakuormitus yhteensä	Maitohuoneet	Viemärit ²	Jäteveden puhdistamot	Teollisuus	Pistekuormitus yhteensä	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	50	10	<5	60	<5	30	30	20	80	140
Selkämeri	170	20	10	200	<5	130	80	190	400	600
Vars. Itämeri	510	<5	70	580	<5	260	170	70	500	1 080

¹ sateesta ja lumen sulamisesta peräisin oleva valumavesi

² mukana viemärit, jotka eivät ole kunnallisen jätevedenpuhdistuksen piirissä

Kuva 1. Ihmisen aiheuttaman fosforin bruttokuormituksen prosenttiosuudet päästölähteittäin eri merialueilla. *Bothnian Bay* = Perämeri, *Bothnian Sea* = Selkämeri, *Baltic Sea* = Itämeri. Luokat: maatalous, metsätalous, hulevesi taajamista, maitohuoneet, haja-asutus, taajamien jätevedenpuhdistamot, teollisuus.



Suomi

Lähteet: Kauppila & Bäck 2001. The state of Finnish coastal waters in the 1990s. The Finnish Environment 472.
Perämereen kohdistuva metsätalous: Silvo ym. 2002. Päästöt vesiin 1990-2000. Vesiensuojelun
tavoitteiden väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste 242.

Taulukko 4. Fosforin kuormitus eri merialueille, tn/v. Jakso 1991-1996. Kalalaitokset on sisällytetty
pistekuormitukseen (osuus alle 1% kokonaiskuormituksesta).

Merialue	Fosforia yhteensä, tn/v	Luonnon huuhtouma*	Hajakuormitus	Pistekuormitus	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	1713	907	507	299	806
Selkämeri	781	199	392	190	582
Saaristomeri	549	59	301	189	490
Suomenlahti	663	101	250	312	562
Yhteensä tn/v	4082	1266	1826	990	2816

* Sisältää laskeuman ilmakehästä.

Taulukko 5. Fosforin kuormitus eri merialueille 1991-1996, % fosforin kokonaismäärästä. Kalalaitokset
on sisällytetty pistekuormitukseen (alle 1% kokonaiskuormituksesta).

Merialue	Fosforia yhteensä, tn/v	Luonnon huuhtouma*, %	Hajakuormitus %	Pistekuormitus %	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	1713	52,9	29,6	17,5	47,1
Selkämeri	781	25,5	50,2	24,3	74,5
Saaristomeri	549	10,7	54,8	34,4	89,3
Finska Viken	663	15,2	37,7	47,1	84,8

* Sisältää laskeuman ilmakehästä.

Taulukko 6. Eri lähteistä tuleva ihmisen aiheuttama fosforin kuormitus (tn/v) Suomesta. Jakso 1991-1996.

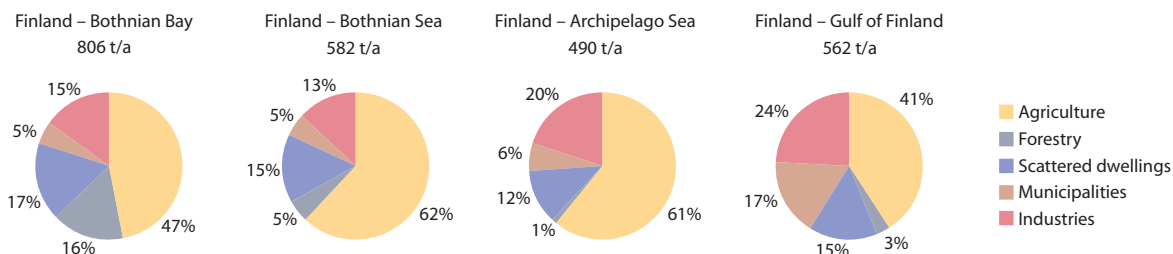
Merialue	Maatalous	Metsätalous ¹	Hajakuormitus yhteensä	Viemärit ²	Jätevedenpuhdistamot	Teollisuus ⁴	Pistekuormitus yhteensä	Ihmisen toiminta yhteensä
Perämeri	377	130	507	139	37	123	299	806
Selkämeri	360	32	392	85	28	77	190	582
Saaristomeri	297	4	301	60	30	99	189	490
Suomenlahti	235	15	250	86	93	133	312	562

¹ Sisältää hakkuut, metsänlannoituksen, ojitukset

² Sisältää viemärit, jotka eivät ole kunnallisen jätevedenpuhdistamon piirissä

³ Sisältää kalalaitokset

Kuva 2. Ihmisen aiheuttaman fosforikuormituksen prosenttiosuudet päästölähteittäin eri merialueilla. *Bothnian Bay* = Perämeri, *Bothnian Sea* = Selkämeri, *Archipelago Sea* = Saaristomeri, *Gulf of Finland* = Suomenlahti. Luokat: maatalous, metsätalous, haja-asutus, taajamat, teollisuus.



Liite 6. Menetelmät hajakuormituksen arvioimiseksi

Ruotsi

Ruotsissa on tehty HELCOM:in neljättä raportointia (PLC-4) varten laskelmia Itämereen kohdistuvasta kokonaiskuormituksesta mukaan lukien piste- ja hajakuormituslähteet. Tämän nk. TRK -projektin ovat toteuttaneet yhteistyössä SMHI ja SLU Naturvårdsverketin toimeksiannosta. Tulokset ja menetelmien kuvaukset löytyvät internet -osoitteesta http://www.nrciws.slu.se/TRK/metod_hbv.htm sekä raporttina (Brandt & Ejhed 2002). Raportin voi ladata pdf -tiedostona Naturvårdsverketin ympäristökirjakaupasta (Naturvårdsverkets Miljöbokhandel).

Luonnonhuuhtouma eli taustakuormitus

TRK-projektissa on arvioitu huuhtouma tuntureilta, metsästä (hakkuualueet eivät mukana), soilta sekä muilta avomailta luontaisena taustakuormituksena.

Suora mereen kohdistuva kuormitus

Suora mereen kohdistuva kuormitus on arvioitu jokisuilla vallitsevien typpi- ja fosforipitoisuuksien sekä virtaamatietojen perusteella. Lisäksi lähteenä on käytetty jokisuupisteiden alapuolisten sekä käsitelty jätteventensä suoraan mereen johtavien pistekuormituslähteiden päästötietoja. Kuormitus sellaisille vesistöille, joilla ei ole veden laadun seurantaa, on arvioitu läheisten vesistöjen virtaama- ja pitoisuustietojen perusteella.

Hajakuormitus

Tyypin ja fosforin hajakuormitus on arvioitu kertomalla tietyn maankäyttömuodon pinta-alojen, näille maankäyttömuodoille laskettujen ominaishuuhtoumien sekä alueen valunnan perusteella. Maankäyttötiedoissa on mukana seuraavat luokat: pelto- ja laidunmaa, metsä, hakkuu, paljakkä ja jäätikkö, kosteikko sekä muu avomaa. Muuhun avomaahan lasketaan tiet ja niitä reunustavat hyödyntämättömät maa-alueet, joutomaat, avokalliot, vapaa-ajan asutus ja pakettipellot. Hajakuormitus saadaan summaamalla kaikkien maankäyttömuotojen kuormitus. Laskeuma ilmasta järviin on käsitelty yksinomaan ihmisperäisenä kuormituksena, koska valtaosa siitä on ihmisen aiheuttamaa. Laskeuma maahan on sisällytetty huuhtoumaan. Fosforilaskeuma järviin on arvioitu merkityksettömäksi, ja sen arvoksi on annettu 0.

Ihmistoiminnasta aiheutuvaan hajakuormitukseen on laskettu mukaan pelto- ja laidunmaa, hakkuu sekä taajamien hulevedet. Tuntureilta, metsistä (hakkuualueita lukuun ottamatta), soilta ja muilta avomailta tuleva huuhtouma on luokiteltu luontaiseksi taustakuormitukseksi. Ihmistoiminnasta peräisin oleva hajakuormitus saadaan vähentämällä erityyppisiltä mailta tuleva luontainen taustakuormitus kokonaiskuormituksesta.

Pistekuormitus

Suurten jätevedenpuhdistamojen osalta mukaan on otettu vuoden 1998 todelliset päästöt. Pienempien

puhdistamoiden päästöt on arvioitu sen mukaan, kuinka paljon väestöä on näiden puhdistamojen piirissä. Teollisuuspäästöjen laskemisessa on käytetty eri vuosia, jotka sijoittuvat ajanjaksolle 1992 - 1999. Kaikki suoraan mereen kohdistuva pistekuormitus on käsitelty erikseen. Typpikuormituksessa ei ole mukana tietoja kaatopaikkojen, lannoiteteollisuuden ja maitohuoneiden päästöistä. Fosforikuormituksessa maitohuoneiden päästöt on otettu huomioon. Pidätymlaskelmissa päästöt on jaoteltu epäorgaaniseen ja orgaaniseen tyyppien siten, että jätevedenpuhdistamoilla näiden suhde on 90/10 ja teollisuudessa 70/30, ellei muuta ole erikseen ilmoitettu. Haja-asutuksen ja vapaa-ajan asutuksen kuormitus on arvioitu tiettyjen perusolehtusten pohjalta.

Bruttokuormitus, pidätyminen eli retentio ja nettokuormitus

Aineisto käsittää laskeuman ilmakehästä, pistekuormituslähteet, eri maankäyttömuotojen alat, niiden ominaishuuhtoumat ja valunnan. Tietyn valuma-alueen bruttokuormitus saadaan laskemalla yhteen alueen piste- ja hajakuormitus. Veden kulkiessa jokien latvoilta mereen tyypin pitoisuuksissa ja olomuodoissa tapahtuu kuitenkin muutoksia ja tyypin määrä vesimassassa vähenee. Tätä vähentymää kutsutaan pidätymiseksi eli retentioksi, ja se johtuu muun muassa denitrifikaatiosta eli tyypin poistumisesta ilmakehään sekä tyypin sitoutumisesta jokien ja järvien pohjille ja kasvillisuuteen. Nettokuormitus on se ravinnemäärä, joka lopulta päättyy mereen, kun bruttokuormituksesta on vähennetty retentio. Pidätymlaskelmat ja sen perusteella myös nettokuormitus on laskettu suurille, pienistä osavaluma-alueista yhdistetyille valuma-alueille, jotka on nimetty TRK-valuma-alueiksi. Pohjois-Ruotsissa näiden valuma-alueiden suuruus on 400 - 700 km². Jatkossa on tarkoitus tehdä kaikki laskelmat myös osavaluma-alueetalle. Pidätyminen on laskettu ainoastaan tyypelle.

Kuormituslähteiden osuudet

Erilaisten pistekuormituslähteiden ja maasta tulevan huuhtouman osuudet on laskettu valuma-alueille pitkän ajan nettokuormituksen (typpi) ja bruttokuormituksen (fosfori) keskiarvoina. Osuudet on laskettu päävaluma-alueittain (yli 1 000 km²) ja merialtaittain, mutta valuma-alueet on mahdollista rajata myös muilla tavoilla.

Laskelmien heikkoudet

Yleensä ottaen voi todeta, että kenttämittausten validointi on puutteellisempaa Pohjois-Ruotsissa kuin Etelä-Ruotsissa. Tämä johtuu siitä, että näytenäytteitä on vähemmän, koska pinta-alat ovat suuria ja maasto usein vaikeapääsyistä. TRK-projektissa jopa tunturialueita ympäröivien metsien tiedot ovat olleet puutteellisia. Tämän vuoksi tunturialueiden metsille ja Norrlannin sisämaan metsille lasketut huuhtoumat lienevät yliarvioituja. Tämä johtaa siihen, että suurten tuntureilta alkunsa saavien jokien tiedot saattavat jokisuilla poiketa todellisuudesta. Metsäjoissa vastavuus on parempi. Ylimäitukseen johtanee myös se olettamus, että hakkuu vaikuttaa Pohjois-Ruotsis-

sa 12 vuoden ajan. Kaiken kaikkiaan Perämereen metsäalueilta tuleva kuormitus saattaa olla ylimitoitettu (Helene Ejhed, IVL, suull.). Päästöarviot kunnallisen jätevedenpuhdistuksen ulkopuolella olevista viemäreistä perustuvat malleihin. Niiden osuus suhteessa muuhun maaperästä tulevaan huuhtoumaan lienee myös ylimitoitettu, koska pidättymistä ei ole otettu huomioon.

Suomi

Suomessa vesistöjen typpi- ja fosforikuormituksen arvioimisessa käytetään vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmää (VEPS). VEPS antaa tietoa kuormituksen suuruudesta, sen jakautumisesta eri kuormittajien välillä sekä kuormituksen ajallista muutoksesta. VEPS käyttää erilaisia tietokantoja; VAHTI (pistekuormitus), VETREK (vedenlaaturekisteri) ja HYTREK (hydrologinen seurantarekisteri). Edelleen VEPS hyödyntää erilaisia hajakuormitusmalleja. Ajallinen muutos on mahdollista laskea vain joillekin kuormituslähteille. Vesistöihin kohdistuvan kuormituksen lisäksi VEPS laskee myös jokien ainevirtaamia. Retentio lasketaan vain suurille valuma-alueille.

Vesistöihin kohdistuvan ravinnekuormituksen laskemisessa otetaan huomioon sekä pistekuormitus että hajakuormitus. Sen lisäksi että VEPS laskee ainevirtaamia, se myös arvioi sen, mistä lähteistä ainevirtaamat ovat peräisin ja millaisina osuuksina.

Pistekuormitus

Pistekuormitus saadaan VAHTI –tietokannasta, jossa on yksittäisten laitosten päästötiedot.

Hajakuormitus

Pelto mailta tulevat typen ja fosforin ominaiskuormitusarvot arvioidaan maatalousvaltaisilla valuma-alueilla tehdyn pitkäaikaisen seurannan ja tutkimusten perusteella. Karjatalouden aiheuttama kuormitus on otettu laskelmissa huomioon. Suorat päästöt lantaloista ja eläinsuojista sekä maitohuoneiden pesuvedet eivät sen sijaan sisälly laskelmiin. VEPS arvioi matemaattisten mallien avulla osavaluma-alueiden kuormituksen. Maantieteellisen tiedon ja ilmasto-olosuhteiden perusteella kuormitusarvot on tehty kolmannen jakovaiheen osavaluma-alueita myöten. Maatalouden vesistökuormitus saadaan kertomalla alueen peltopinta-ala ominaiskuormitusluvulla.

Metsätaloustoimista aiheutuvan huuhtouman laskemiseksi on käytetty eri tutkimusten tilastoja ja tuloksia. Mukaan sisältyvät tiedot metsänlannoituksista. Fosforin ja typen kuormitusarvot tehdään erikseen ojituksille, kunnostusojituksille, raskaille avohakkuille, kevyemmille hakkuille, mineraalimaiden typpilannoitukselle ja turvemaiden fosforilannoitukselle. Tulevan kuormituskehityksen arvioimisessa käytetyssä skenaariossa arvioidaan, että keskimääräinen vuosien 1994 - 1996 taso metsätaloudessa säilyy.

Tiedot eri valuma-alueiden haja-asutuksen kuormituksesta ovat peräisin vuodelta 1992. Kuormitusarvio perustuu tutkimustuloksiin. Tässä raportissa olemme käyttäneet kunnallisten jätevedenpuhdis-

tuslaitosten ulkopuolisten viemäreiden käsittelyssä Ruotsin puolella käytössä olevaa menetelyä, eli hajakuormituksen sijasta ne on sisällytetty pistekuormitukseen.

Laskeuma

Laskeuma määritetään analysoimalla kuukausittain kerättävät sadevesinäytteet koko maan mittausasemilta. Mittausasemia on taajamien ulkopuolella, nk. tausta-alueella, ja ne edustavat sen takia ilmakehästä tulevan laskeuman perustasoa. Laskeuma otetaan VEPS-järjestelmässä mukaan järvien ja merialueiden pinnoille. Kullekin valuma-alueelle on määritelty ominaislaskeuma. Sen perustana on vuosien 1990 - 1995 laskeuman keskiarvo lähimmällä mittausasemalla.

Luonnon huuhtouma

Arvio luonnon huuhtoumasta tehdään olemassa olevien havaintojen perusteella. Maantieteelliset eroavaisuudet otetaan karkeasti huomioon. Suomi on tällä hetkellä jaettu neljään vyöhykkeeseen, joille on laskettu kokonaistypen ja –fosforin luonnonhuuhtouman ominaisarvot.

Ainevirtaamat

VEPS-järjestelmässä on mukana 34 jokea, joiden virtaamaa ja veden laatua seurataan. VEPS laskee automaattisesti kokonaisainevirtaamat ja antaa ainevirtaamille vuotuiset ja kuukausittaiset arvot. Kuormituksen laskemisessa käytetään kuukausikeskiarvoja.

Kuormituslähteiden osuudet

Osuuksien laskennassa arvioidaan aluksi kunkin joen valuma-alueelta tuleva vesistökuormitus. Pistekuormituksen oletetaan kulkeutuvan jokisuulle muuttumatta lukuun ottamatta sellaista pistekuormitusta, joka on peräisin suuren vesistöalueen yläjuoksulta. Hajakuormituksen osuus vesistön ainevirtaamassa saadaan vähentämällä ainevirtaamasta pistekuormituksen osuus. Hajakuormitus jaetaan päästölähteisiin siinä suhteessa kuin miten kuormituksen arvioidaan jakautuvan valuma-alueen eri osissa. Hajakuormituksen oletetaan kulkeutuvan muuttumattomana jokisuulle asti, eikä päästölähdetyypillä tämän vuoksi oteta huomioon. Myöskään pidättymistä ei arvioida.

Laskelmien heikkoudet

Taustakuormitus, joka koostuu pääosin luonnon huuhtoumasta, on aliarvioitu Pohjanmaalle (Pekka Riihe, SYKE, suull.). Myös maatalousmaan huuhtouma-arvio on sama koko maassa, minkä ei katsota olevan luotettava Pohjois-Suomessa (Eira Luokkanen, LAP, suull.).

Suomen ja Ruotsin menetelmien suurimmat erot:

Laskeuma

- Ruotsissa laskeuman arvioimisessa on hyödynnetty mallia ja tulokset edustavat ihmisen aiheuttamaa kuormitusta.

- Suomessa laskeuman arviointi perustuu todellisiin kenttämittauksiin taajamien ulkopuolella, tulokset edustavat alueellista perustasoa.
- Fosforin laskeuma on otettu mukaan vain Suomessa

Metsätaloustoimenpiteet

- Ruotsissa metsätalouden aiheuttama kuormitus vastaa hakkuiden aiheuttamaa kuormitusta
- Suomessa metsätalouden aiheuttama kuormitus vastaa hakkuiden, metsänlannoituksen ja ojitusten aiheuttamaa kuormitusta

Maatalouden aiheuttama kuormitus

- Ruotsissa huuhtouma erilaisia viljelylajikkeita käytettäessä sekä eri maalojeilla ja valuntavyöhykkeillä on laskettu matemaattisen mallin avulla. Maa on jaettu 22 vyöhykkeeseen, joista yhden muodostaa Perämeren rannikkoalue. Typpi ja fosfori käsi-

tellään samalla tarkkuudella.

- Suomessa typikuormituksen laskemisessa käytetään samaa kaava-arvoa koko maassa. Fosforikuormituksen osalta VEPS laskee kullekin valuma-alueelle oman kaava-arvonsa matemaattisten mallien avulla.

Kunnallisen jätevedenpuhdistamoiden ulkopuolella olevat viemärit

- Ruotsissa nämä käsitellään pistekuormituksena
- Suomessa nämä käsitellään hajakuormituksena. Tässä raportissa olemme käyttäneet ruotsalaista menettelyä myös Suomen aineistolle.

Pidättyminen

- Typen pidättyminen on laskettu Ruotsissa osa-valuma-alueille. Fosforille ei ole laskettu pidättymistä.
- Pidättyminen on laskettu Suomessa suurille valuma-alueille.

Liite 7. Fosforin ja typen luonnonhuuhtouma sekä huuhtouma-arvoja eri maankäyttömuodoille Suomessa tehtyjen tutkimusten perusteella

Fosfori

Kuormittaja	Huuhtouma	Lisätieto	Lähde
Metsätalous	9,7 kg/km ² /v	Etelä-Suomi	1
Metsätalous	10,5 kg/km ² /v	Pohjois-Suomi	1
Metsätalousmaa	11-16 kg/km ² /v	Suomi	2
Luonnonhuuhtouma, metsämaa	5,4 kg/km ² /v	Suomi	3
Luonnonhuuhtouma, metsämaa	5,0 kg/km ² /v	Pohjois-Karjala, Kainuu, Kuusamo	4
(+ 3 aluetta Etelä-Suomesta)	4		
Luonnonhuuhtouma, metsämaa	5,4 kg/km ² /v	'Koko Suomi'	
(Napapiirin eteläpuoli)	4		
Luonnonhuuhtouma	4,6-5,6 kg/km ² /v	Suomi	5
Luonnonhuuhtouma	5,9-8,9 kg/km ² /v	Suomi	2
Luonnonhuuhtouma	15,7 kg/km ² /v	Keihäsoja, Kiiminkijoen valuma-alue	6
Metsävaluma-alueet	9 kg/km ² /v	Suomi	7
Sekavaluma-alueet			
(metsätalous/maatalous)	22 kg/km ² /v	Kaksi aluetta	
(Keski-Suomi ja Kaakkois-Suomi)	7		
Maatalousvaluma-alueet	81 kg/km ² /v	Etelä-Suomi	7
Maatalous	24 kg/km ² /v	Hapan sulfaattimaa, Länsi-Suomi	7
Maatalous	90-180 kg/km ² /v	Suomi	8

Typpi

Kuormittaja	Huuhtouma	Lisätieto	Lähde
Metsätalous	210 kg/km ² /v	Etelä-Suomi	1
Metsätalous	160 kg/km ² /v	Pohjois-Suomi	1
Metsätalous	170 kg/km ² /v	Kivennäismaat	1
Metsätalous	210 kg/km ² /v	Turvemaat	1
Metsätalousmaa	200-270 kg/km ² /v	Suomi	2
Luonnonhuuhtouma, metsämaa	140 kg/km ² /v	Suomi	3
Luonnonhuuhtouma, metsämaa (+3 aluetta Etelä-Suomesta)	130 kg/km ² /v	Pohjois-Karjala, Kainuu, Kuusamo	
Luonnonhuuhtouma, metsämaa (Napapiirin eteläpuoli)	4	'Koko Suomi'	
Luonnonhuuhtouma	135 kg/km ² /v	Keihäsoja, Kiiminkijoen valuma-alue	6
Metsävaluma-alueet	190 kg/km ² /v	Suomi	7
Sekavaluma-alueet (metsätalous/maatalous)	420 kg/km ² /v	Kaksi aluetta	
(Keski-Suomi ja Kaakkois-Suomi)	7		
Maatalousvaluma-alueet	1200 kg/km ² /v	Etelä-Suomi	7
Maatalous	1500 kg/km ² /v	Hapan sulfaattimaa, Länsi-Suomi	7
Maatalous	760-2000 kg/km ² /v	Suomi	8

Lähteet:

- Kortelainen, P. & Saukkonen, S. 1998. Leaching of Nutrients, Organic Carbon and Iron from Finnish Forestry Land. *Water, Air, and Soil Pollution* 105: 239-250.
- Rekolainen, S. 1989. Phosphorus and nitrogen load from forest and agricultural areas in Finland. *Aqua Fennica* 19: 95-107.
- Mattsson, T., Finér L., Kortelainen P. & Sallantausta, T. 2003. Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. *Water, Air and Soil Pollution* 147: 275-297.
- Kortelainen P., Finér, L., Mattsson, T., Ahtiainen, M., Sallantausta, T., Kubin, E. & Saukkonen, S. 2003. Luonnonhuuhtouma metsäisiltä valuma-alueilta. Teoksessa. Ajankohtaista metsätalouden ympäristökuormituksesta – tutkimustietoa ja työkaluja – seminaari Kolin luontokeskus Ukko 23.9.2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 886.
- Kauppi, L. 1979. Effect of drainage basin characteristics on the diffuse load of phosphorus and nitrogen. *Publications of the Water Research Institute* 30: 21-41.
- Heikkinen, K. 1990. Transport of organic and inorganic matter in river, brook and peat mining water in the drainage basin of the River Kiiminkijoki. *Aqua Fennica* 20(2): 143-155
- Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. & Kauppila, P. 2002. Losses of Nitrogen and Phosphorus from Agricultural and Forest Areas in Finland during the 1980s and 1990s. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 213-248.
- Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E. (toim.) 1992. Maatalous ja vesien tila. Mäveron loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Luonnonvarainneuvosto. Luonnonvarajulkaisuja 15. Helsinki. 61 s.

Liite 8. Vedenlaatuluokitus ja siinä käytettävät luokkarajat Suomessa ja Ruotsissa.

Suomi

Lähde: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=73069&lan=FI>

Taulukko 1. Suomen rannikkovesien yleinen käyttökelpoisuusluokitus.

	1. Erinomainen	2. Hyvä	3. Tyydyttävä	4. Välttävä	5. Huono
Klorofylli-a, µg/l	<2	2-4	4-12	12-30	>30
Kokonaisfosfori, µg/l	<12	13-20	20-40	40-80	>80
Näkösyvyys, m	>2,5	1-2,5	<1		
Sameus, FTU	<1,5	>1,5			
Väriluku mg Pt/l	<50	50-100 (<200)	<150	>150	
Happipitoisuus, % päällyvedessä	80-110	80-110	70-120	40-150	vakavia happiongelmia yleisiä
Alusveden hapettomuus	ei	ei	satunnaista	esiintyy	
Hygienian indikaattoribakteerit /100 ml	<10	<50	<100	<1000	>1000
Petokalojen Hg-pitoisuus, mg/kg					>1
As, Cr, Pb, µg/l				<50	>50
Hg, µg/l				<2	>2
Kokonaissyaniidi, µg/l				<50	>50
Levähaitat	ei	satunnaisesti	toistuvasti	yleisiä	runsaasti yleisiä
Kalojen makuvirheet				yleisiä	yleisiä

I. Erinomainen

Vesialue on luonnontilainen. Vesistö on yleensä karu, kirkas tai lievästi humuspitoinen. Veden käyttöä rajoittavia leväesiintymiä ei todeta. Vesistö soveltuu erittäin hyvin kaikkiin käyttömuotoihin.

II. Hyvä

Vesialue on lähes luonnontilainen, mutta lievästi rehevöitynyt tai selvästi humuspitoinen. Paikallisesti rajoittuneita leväesiintymiä voi esiintyä satunnaisesti. Vesistö soveltuu hyvin eri käyttömuotoihin.

III. Tyydyttävä

Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan lievästi rehevöittämä tai vedenlaatu on muuten muuttunut. Tähän luokkaan kuuluvat myös luonnostaan huomattavan rehevät tai erittäin humuspitoiset vedet. Levähaittoja voi esiintyä toistuvasti. Haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, pohja-aineksessa tai eliöstössä voivat olla hieman luonnontilaisista arvoista kohonneet. Vesistö soveltuu yleensä tyydyttävästi useimpiin käyttömuotoihin.

IV. Välttävä

Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan voimakkaasti rehevöittämä tai vedenlaatu on muuten muuttunut. Levähaitat ovat yleisiä ja saatavat rajoittaa veden käyttöä pitkiä ajanjaksoja. Haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, pohja-aineksessa tai eliöstössä voivat olla selvästi luonnontilaisia arvoja korkeampia. Litorina-savimaiden vesistöissä pH-arvot voivat olla hetkellisesti hyvin alhaisia ja happamuudesta johtuvia kalakuolemia saattaa ajoittain esiintyä. Vesistö soveltuu yleensä vain sellaisiin käyttötarkoituksiin, joiden vedenlaatuvaatimukset ovat vähäiset.

V. Huono

Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan pilaama. Levähaitat ovat erittäin yleisiä ja runsaita estäen vesistön käytön usein pitkäksi aikaa. Rehevyydestä johtuen myös happitilanne voi olla heikko. Haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, sedimentissä tai eliöstössä voivat olla tasolla, josta aiheutuu selvä riski vesistön käytölle tai vesiluonnolle. Litorina-savimaiden vesistöissä pH-arvot voivat olla hyvin alhaisia pitkiä ajanjaksoja, jolloin happamuudesta johtuvia kalakuolemia esiintyy toistuvasti. Vesistön käyttöä rajoittaa pysyvästi tai ajoittain jokin edellä mainituista tekijöistä.

Ruotsi

Lähde: Naturvårdsverket, rapport 4914. Bedömningsgrunder för miljökvalitet, kust och hav. *Luokituksessa käytetty yksikkö $\mu\text{mol/l}$, on kerrottu typelle arvolla 14,01 ja fosforille arvolla 30,97, jotta pitoisuudet näkyvät muodossa $\mu\text{g/l}$.

Alla on esitetty vain ravinteiden ja klorofyllin luokkarajat, koska ne vastaavat parhaiten Suomen luokittelua.

Taulukko 2. Tilastollinen tilanluokittelu Perämerelle, päällysveden pitoisuudet $\mu\text{g/l}^*$. Jokaiseen luokkaan sisältyy 20 % Ruotsin rannikon mittausarvoista vuosina 1988 - 1991.

	1. Hyvin alhainen pitoisuus	2. Alhainen pitoisuus	3. Keskimääräinen pitoisuus	4. Korkea pitoisuus	5. Hyvin korkea pitoisuus
Kokonaisfosfori talvella	<22,6	22,6-27,9	27,9-34,1	34,1-40,3	>40,3
Fosfaattifosfori talvella	<9,6	9,6-16,7	16,7-23,8	23,8-31,0	>31,0
Kokonaisfosfori kesällä	14,9	14,9-18,6	18,6-23,8	23,8-31,0	>31,0
Kokonaistyyppi talvella	<266	266-350	350-490	490-757	>757
Ammoniumtyppi talvella	<9,9	9,9-16,8	16,8-29,4	29,4-60,2	>60,2
Nitriitti+nitraatti talvella	<77	77-102	102-140	140-364	>364
Kokonaistyyppi kesällä	<252	252-308	308-364	264-448	>448
Klorofylli elokuussa	<1,5	1,5-2,2	2,2-3,2	3,2-5,0	>5,0

Taulukko 3. Vertailuarvot Perämerelle, $\mu\text{g/l}$. Mediaaniarvot vertailualueilta 1987 - 1991.

	Veden vaihtumislukokka I (ulkomeri, 0-9 vrk)	Veden vaihtumislukokka II (sisäsaaristo, 10-39 vrk)
Kokonaisfosfori talvella $\mu\text{g/l}$	5,57	-
Fosfaattifosfori talvella $\mu\text{g/l}$	1,55	-
Kokonaisfosfori kesällä $\mu\text{g/l}$	8,05	9,91
Kokonaistyyppi talvella $\mu\text{g/l}$	280	-
Ammoniumtyppi talvella $\mu\text{g/l}$	1,68	6,44
Nitriitti+nitraatti talvella $\mu\text{g/l}$	111	-
Kokonaistyyppi kesällä $\mu\text{g/l}$	238	238
Klorofylli elokuussa $\mu\text{g/l}$	1,1	-

Taulukko 4. Poikkeama vertailuarvoista (mitattu arvo jaettu vertailuarvoilla).

	1 Merkityksetön poikkeama	2 Pieni poikkeama	3 Selvä poikkeama	4 Suuri poikkeama	5 Erittäin suuri poikkeama
Kokonaisfosfori talvella	<1	1,0-1,8	1,8-2,6	2,6-3,5	>3,5
Fosfaattifosfori talvella	<1	1,0-1,7	1,7-2,5	2,5-3,2	>3,2
Kokonaisfosfori kesällä	<1	1,0-2,3	2,3-3,6	3,6-4,9	>4,9
Kokonaistyyppi talvella	<1	1,0-1,8	1,8-2,7	2,7-3,5	>3,5
Ammoniumtyppi talvella	<1	1,0-6,9	6,9-13	13-19	>19
Kokonaistyyppi kesällä	<1	1,0-2,2	2,2-3,3	3,3-4,5	>4,5
Kokonaistyyppi kesällä	<1	1,0-1,6	1,6-2,1	2,1-2,7	>2,7
Klorofylli elokuussa	<1	1,0-1,9	1,9-2,7	2,7-3,6	>3,6

Liite 9. Yhteenvedo kansallisesta/alueellisesta ympäristönseurannasta (fysikaalis-kemiallinen veden laatu, eliöt ja ympäristömyrkyt) Perämerellä 2003 - 2004, seurannan toteuttaja, tietokannat sekä tietokantojen ylläpitäjät (veloitetarkkailu ei ole mukana)

Alue	Ohjelma	Vastuussa	Asemien määrä (Perä)-meri)	Näyteker- toja vuodessa	Fys- kem	Eliöt	Ymp. myrkyt	Näytteenottaja	Analysien tekijä	Tietokanta/ Ylläpitäjä	Kommentteja
Suomi- kansallinen	Rannikkovesien intensiiviseuranta	SYKE	5	20	x	x		Alueelliset ymp.keskukset	Alueelliset ymp.keskukset	HERTTA/ SYKE	
Suomi- kansallinen	Rannikkovesien vedenlaadun kartoitus	SYKE	4 ¹	2	x			Alueelliset ymp.keskukset	Alueelliset ymp.keskukset	HERTTA/ SYKE	Osa asemista sijaitsee Selkämeressä
Suomi- kansallinen	Harvoin toistuva seuranta – COMBINE	MTL	3	1-2	x	x		MTL	MTL	HERTTA/ SYKE	Asemat sisältävät COMBINE-ohjelmaan. Näytteenottothetys voi vaihdella
Suomi- kansallinen	Jokien ainevirtaamien seuranta	SYKE	15	13	x			Alueelliset ymp.keskukset	Alueelliset ymp.keskukset	HERTTA/ SYKE	
Suomi- kansallinen	Ympäristömyrkytjen seuranta järvien ja rannikon eliöstössä	SYKE	2	1			x	Alueelliset ymp.keskukset	Alueelliset ymp.keskukset	HERTTA/ SYKE	Näytteet silakasta ja hauesta
Suomi- kansallinen	Ympäristömyrkytjen seuranta silakassa	MTL	1	1			x	RKTL	MTL	HERTTA/ SYKE	
Suomi- kansallinen	Rannikon kasvillisuus- pohjien seuranta	SYKE	3	1		x		Alueelliset ymp.keskukset	Alueelliset ymp.keskukset	HERTTA/ SYKE	Näytteenottothetys voi vaihdella
Suomi- kansallinen	Kalakantojen seuranta	RKTL	-	-		x		RKTL	RKTL	RKTL	Perustuu saalistilastoihin ja koekalastuksiin
Suomi- kansallinen	Harmaahyljeseuranta	RKTL	-	1		x		RKTL	RKTL	RKTL	Perustuu ilmalaskentoihin
Suomi- kansallinen	Merikotkaseuranta					x		RKTL, WWF, vapaaehtoiset	RKTL, WWF, vapaaehtoiset		
Ruotsi- kansallinen	Usein toistuva pelagiaalin seuranta	NV	1	20	x	x		UMF	UMF	SHARK/ SMHI BIOMAD/SU	
Ruotsi- kansallinen	Toistuva pelagiaalin seuranta	NV	3	10-15	x	x		UMF	UMF	SHARK/ SMHI	Yksi asema eteläisessä Merenkurkussa
Ruotsi- kansallinen	Näytteenottothetys = 6 krt/v seuranta	SMHI	6	1-2	x	x		SMHI	SMHI	SHARK/SMHI	Asemat sisältävät COMBINE-ohjelmaan. Näytteenottothetys voi vaihdella. Makrofauna joitakin asemilta.

Ruotsi-kansallinen	Jokisuiden vesikemia	NV	10	12	x				SLU	SLU	SLU
Ruotsi-kansallinen	Pehmeiden pohjien makrofaunan seuranta, ajalliset muutokset ja alueet	NV	63	1	x				UMF	UMF	BIOMAD/SU
Ruotsi-kansallinen	Metallit ja ympäristömyrkyt merieliöissä, ajalliset muutokset ja alueet	NV	2 + 1	1		x			FiV	NRM/SU/SLU	IVL
Ruotsi-kansallinen	Rannikkokalastuksen seuranta	NV	2	6	x				FiV	FiV	FiV
Ruotsi-kansallinen	Rannikkokalajien terveys	NV	1	6	x	x			FiV	GMF	FiV
Ruotsi-kansallinen	Hyljeseuranta	NV	-	1	x				NRM	NRM	BIOMAD/SU
Ruotsi-kansallinen	Merikotkaseuranta	NV	-	1	x				NRM	NRM	BIOMAD/SU
Ruotsi-alueellinen	Ulapa-alueen intensiiviseuranta, Rånefjärden	CAN	3	6	x	x			UMF	UMF	SHARK/SMHI (CAN)
Ruotsi-alueellinen	Pehmeiden pohjien makrofauna, Rånefjärden	CAN	20	1	x				UMF	UMF	BIOMAD/SU
Ruotsi-alueellinen	Silakan orgaaniset ympäristömyrkyt	CAN	2	1		x			Paikalliset kalastajat	NRM/SU	IVL (CAN)
Ruotsi-alueellinen	Rannikkoahvenen metallipitoisuudet	CAN	3	1		x			Paikalliset kalastajat	NRM/SLU	IVL (CAN)
Ruotsi-alueellinen	Pehmeiden pohjien makrofauna, Kinnbäcksfjärden	CAV	20	1	x				UMF	UMF	BIOMAD/SU
Ruotsi-alueellinen	Pehmeiden pohjien makrofauna, Holmön luonnonsuojelualue	CAV	9	1	x				UMF	UMF	BIOMAD/SU
Ruotsi-alueellinen	Övertäckning av häckande kustfågel, Holmöns naturreservat	CAV	4	1	x				VOF	VOF	DMN/CAV
Ruotsi-alueellinen	Pesivien rannikkolintujen seuranta, Holmön luonnonsuojelualue	CAV			x				UMF	UMF	

SYKE	Suomen Ympäristökeskus / Finlands miljöcentral	NSF	Naturskyddsforeningen / Luonnonsuojeluyhdistykset
RKTL	Riistan ja Kalantutkimuslaitos / Vilt- och Fiskeriforskningsinstitutet	CAN	Länstyrelsen i Norrbottens län / Norrbottenin lääninhallitus
SMHI	Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut / Ruotsin meteorologinen ja hydrologinen instituutti	COMBINE	Cooperative Monitoring in the Baltic Marine Environment
SLU	Sverige Lantbruksuniversitet / Ruotsin maatalousyliopisto	VOF	Västerbottens Ornitologiska Förening / Västerbottenin lintutieteellinen yhdistys
FiV	Fiskeriverket	MTL	Merentutkimuslaitos / Havsforskningsinstitutet
NRM	Naturhistoriska Riksmuseet / Ruotsin luonnonhistoriallinen museo	CAV	Länstyrelsen i Västerbottens län / Västerbottenin lääninhallitus
NV	Naturvårdsverket	IVL	Institut för Vatten och Luftvårdsforskning
SU	Stockholms Universitet / Tukholman yliopisto	WWF	World Wildlife Foundation
GMF	Göteborgs Marina Forskningscentrum / Göteborgin merentutkimuslaitos		
UMF	Umeå Marina Forskningscentrum / Uumajan merentutkimuslaitos		

Liite 10. Esimerkkejä vuodesta 1990 lähtien tehdyistä muista biologisista selvityksistä.

Bergström L, Bergström U. 1999. Species diversity and distribution of aquatic macrophytes in the Northern Quark, Baltic Sea. *Nordic Journal of Botany* 19(3): 375-383.

Foberg, M. & Kautsky, H. 1992. Marin inventering av de vegetationsklädda bottenarna i Råneå och Kalix skärgård, Norrbottens län. En jämförelse. Augusti 1991. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 8/1992.

Forsberg, Åk & Pekkari, S. 1999. Undersökningar av undervattensvegetation och vattenkemi i nordligaste Botenviken. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 3/1999.

Harding KC, Herkönen TJ. 1999. Development in the Baltic grey seal (*Halichoerus grypus*) and ringed seal (*Phoca hispida*) populations during the 20th century. *Ambio* 28(7): 619-627.

Karås P, Hudd R. 1993. Reproduction areas of fresh-water fish in the Northern Quark (Gulf of Bothnia). *Aqua Fennica* 23(1): 39-49

Kautsky, H. & Foberg, M. 2001. Strandnära växt- och djursamhällen i grunda vikar i Råneå skärgård 1999. Länsstyrelsen i Norrbottens län, rapportserie 8/2001.

Kvarnenrådet 1997. Hårbottensvegetationen i Norra Kvarnen. Kvarnenrådets publikationer 1. Vasa.

Lehtonen H, Jokikokko E. 1995. Changes in the heavily exploited vendace (*Coregonus albula* L.) stock in the northern Bothnian Bay. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues. Advanc. Limnol.* 46: 379-386.

Leinikki, J. & Oulasvirta, P. 1995. Perämeren kansallispuiston vedenalainen luonto. Metsähallituksen luonnon-suojelujulkaisuja sarja A, No 49.

Länsstyrelsen i Västerbottens län. 2001. Grunda vegetationsklädda havsvikar – inventering i tre kommuner i Västerbottens län 2000. Meddelande 3: 2001.

Salomonson, A. 1999. Grunda vegetationsklädda fjärdar i Skellefteå kommun. Skellefteå kommun.

Liite 11. Valikoima rannikkovesien biologisia ja fysikaalis-kemiallisia laatutekijöitä.

Lähde: Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive (20003-01-23). Common Implementation Strategy Working Group 2.7.

Taulukko 1. Rannikkovesien biologisia laatutekijöitä.

	Biologiset laatutekijät		
	Kasviplankton	Muu vesikasvillisuus / makrofytyt	Pohjaeläimistö
Parametrit VPD:n liitteen V, artiklojen 1.1.4 ja 1.2.4 mukaan	Koostumus, runsaussuhteet, biomassa, kukinnat	Koostumus, runsaussuhteet, herkät lajit, kattavuus	Koostumus, runsaussuhteet, diversiteetti, herkät lajit,
Täydentävät parametrit, mitataan samanaikaisesti pakollisten kanssa	Fysikaalis-kemialliset parametrit (näkösyvyys, lämpötila, suolapitoisuus, happipitoisuus, ravinteet, a-klorofylli) hydromorfologiset parametrit (virtaukset), avainlajit	Levinneisyys (horisontaalinen / vertikaalinen), biomassa, tiheys, fysikaalis-kemialliset parametrit, hydromorfologiset parametrit (alittius aalloille, kaltevuus, sedimentti, pohjan laatu)	Biomassa, habitaatti, fysikaalis-kemialliset parametrit, biogeonisten kertymien esiintyminen
Mitä vaikutusta ilmentää	Rehevöityminen, ravinnekuormitus, liukoiset ainekset, myrkylliset ainekset	Monenlaisia vaikutuksia (esim. ravinnekuormitus, kalastus, fyysiset vaikutukset, liukoisten aineiden kuormitus)	Monenlaisia vaikutuksia (esim. rehevöityminen, orgaanisten aineiden kuormitus, mekaaniset häiriöt, pohjan muokkaaminen, kalastus)
Esiintyminen rannikkovesissä (erityisesti Perämeressä)	Runsas	Niukka (tiettyjä avainlajeja ei esiinny Perämeressä)	Runsas (tiettyjä avainlajeja ei esiinny Perämeressä)
Näytteenoton tiheys	Optimi: 15 pv Minimi: Kerran kuukaudessa vakiosyvyydeltä	4 kertaa vuodessa HELCOM: Kerran vuodessa Pitkäikäisille lajeille harvemmin	Vuodenajan mukaisesti, vähintään kasvukauden aikana HELCOM: Kerran vuodessa
Näytteenoton ajankohta	Kaikki vuodenajat, keskittymien kukinta-aikaan	HELCOM: Kesäkuu-syyskuu	Kasvukauden aikana

Soveltuvuus rannikkovesiin (erityisesti Perämeressä)	Hyvä	Hyvä (heikompi Perämeressä)	Hyvä
Hyödyt	Indikoi hyvin muutoksia ravinneoloissa, näytteenotto helppoa, indikoi lyhytaikaisvaikutuksia, tärkeä leväkukintojen seurannassa	Hyvä yleistilan indikaattori, mahdollisen vaikutuksen tunnistaminen, antaa tietoa ekosysteemitasolla, rannikkoekosysteemien avainlajeja, indikoivat monenlaisia vaikutuksia, kustannustehokkuus, pysyvyys	Hyvä yleistilan indikaattori, mahdollisen vaikutuksen tunnistaminen, antaa tietoa ekosysteemitasolla, kustannustehokkuus, pysyvyys
Haitat	Suuri ajallinen ja alueellinen vaihtelu vaatii tiheää näytteenottoa ja näyteverkostoa, lajien tunnistaminen edellyttää harjaantumista / interkalibrointia, aikaavievät analyysit	Menetelmistä riippuen sukelattajien tarve, ei kattavasti standardoituja menetelmiä, taksonomisten yksityiskohtien puutteellisuus, analyysit edellyttävät harjaantumista ja interkalibrointia / laadunvarmistusta	Taksonomisten yksityiskohtien puutteellisuus, analyysit edellyttävät harjaantumista ja interkalibrointia / laadunvarmistusta
Suosituksukset / Johtopäätökset	Indikoi hyvin ravinneolojen muutoksia ja lyhytaikaisvaikutuksia. Tärkeä leväkukintojen indikaattori. Kukintatiheys ja runsaus indikoi ekologista tilaa. VPD miniminäytteenottomäärä (2 kertaa vuodessa) ei välttämättä sovellu useille alueille.	Useita rannikkoekosysteemin avainlajeja. Hyvä ekologisen tilan yleisindikaattori, ilmentää monenlaisia vaikutuksia. Antaa tietoa ekosysteemin stabiilisudesta koska muutokset voivat ilmentää fyysisen ympäristön pitkäaikaismuutoksia. Siemenkasveille tärkein parametri on levinneisyys (ajallinen ja paikallinen levinneisyys ja sen muutokset)	Hyvä ekologisen tilan yleisindikaattori. Tärkeitä täydentäviä muuttujia ovat lajidiversiteetti, herkkien lajien esiintyminen ja biomassa (viimeinen indikoi rehevöitymistä). Useita indeksejä on olemassa, mutta yhteiset suuntaviivat niiden käyttämisestä puuttuvat.

Taulukko 2 Rannikkovesien fysikaalis-kemiallisia laatutekijöitä.

	Fysikaalis-kemialliset laatutekijät				
	Näkösyvyys	Lämpöolot	Happitilanne	Suolaisuus	Ravinneolot
Parametrit	Valo, laatu	Lämpötila, kerrostuneisuus	Liukoinen happi, kyllästysaste	Ppt, psu	NO ₃ , NO ₂ , NH ₄ , PO ₄ , Si, Nkok, Pkok
Mitä vaikutusta ilmentää	Liikaa ravinteita (planktonin kasvu), org. kuormitus, hiukkasmaiset ainekset, valuma maalta, jokien kuljetus	Paikallinen lämpökuormitus (esim. lauhdevesi), heikentynyt vedenvaihto (esim. rakenteet), ilmastomuutos	Orgaaninen kuormitus, ihmistoiminnan vaikutus, heikentynyt vedenvaihto	Makean veden virtaama, vesimassojen sekoittuminen, heikentynyt vedenvaihto	Liikaa ravinteita, org. kuormitus, valuma maalta, piste- ja hajakuormitus, laskeuma (erityisesti typpi)
Näytteenoton tiheys	Optimi: 15-30 pv Vähintään kerran joka vuodenaikana	Optimi: 15-30 pv Vähintään kerran joka vuodenaikana	Optimi: 15-30 pv Vähintään kerran joka vuodenaikana	Optimi: 15-30 pv Vähintään kerran joka vuodenaikana	Optimi: 15-30 pv Vähintään kerran joka vuodenaikana
Näytteenoton ajankohta	Koko vuosi	Koko vuosi	Koko vuosi	Koko vuosi	Koko vuosi
Hyödyt	Helppo näytteenotto	Helppo näytteenotto	Helppo näytteenotto	Helppo näytteenotto	Helppo näytteenotto
Haitat	Suuri ajallinen vaihtelu	Ei haittoja	Aikaa vievä	Ei haittoja	Aikaa vievä
Suosituksukset / Johtopäätökset	Helppo mitata. Rutiininaiset parametrit useimmissa seurantaohjelmissa. Mittaus hankalaa ”ongelmavesissä” (virhetulkinnat luonnostaan humuspitoisissa vesissä kuten Perämeressä)	Helppo mitata. Rutiininaiset parametrit useimmissa seurantaohjelmissa. Lämpötilan profiilit helposti CTD-laitteilla. Kerrostuminen tärkeää tietoa.	Helppo mitata. Rutiininaiset parametrit useimmissa seurantaohjelmissa. Tärkeä parametri, erityisesti kyllästysaste.	Helppo mitata. Rutiininaiset parametrit useimmissa seurantaohjelmissa. Tärkeä parametri.	Helppo mitata. Rutiininaiset parametrit useimmissa seurantaohjelmissa. Tärkeä parametri.

Liite 12. Yhteenvedo Perämeri Life kyselystä keväällä 2003.

Ympäristön seuranta

Kyselylomakkeessa oli seuraava kysymys: Mitä puutteita on mielestäsi ympäristön tilan seurannassa Perämerellä nykyään? sekä Anna ehdotuksia seurannan parantamiseksi tai tehostamiseksi. Kyselyyn vastanneet ovat käsittäneet ympäristön seurannan laajemmassa merkityksessä kuin vain esimerkiksi viranomaisten suorittamana tilan seuranta. Vastauksista käy ilmi että puutteet seurannassa ovat pääosin samat Suomessa ja Ruotsissa. Tämän vuoksi yhteenvedo on tehty koko aineistolle.

Puutteet ympäristön seurannassa

Seurannan epäyhtenäisyys

- Perämeren tilan kokonaisvaltainen seuranta puuttuu, kenelläkään ei ole sitovaa vastuuta kokonaisuudesta.
- Erot mitattavissa muuttujissa ja näytteenottotiheydessä
- Ohjelmien alueellinen/paikallinen pirstoutuminen, erilliset raportit, vaikea saada kokonaiskäsitystä.
- Västerbottenissa yhtenäinen rannikkovesiohjelma puuttuu, tällä hetkellä tehdään tavattoman vähän esimerkiksi veden laatua, sedimenttiä ja eliöstöä koskevaa tutkimusta.
- Tutkimustulosten tulkinnassa puutteita (kalat, pohjaeläimet)
- Puutteet kalastusta koskevissa tilastoissa.

Ehdotukset

- Sellaisen tarkkailuohjelman kehittäminen, jossa kootaan säännöllisesti tietoa niin Suomesta kuin Ruotsista - tiedonvaihto osallistujien kesken
- Tulokset yhteiseen tietokantaan ja internetiin, vastaava myös kalastusta koskeville tiedoille
- Yhteiset arviointiperiaatteet
- Perämeri Life –projekti voi olla alku kokonaisuuden muodostamisessa.
- Seurannan tulee olla kattavaa, ei pelkästään alueellista tai Natura-alueille keskittyvää
- Alueellisen ja paikallisen seurannan yhtenäistäminen siten että ulkomeren valtakunnallinen seuranta on HELCOM:in suuntaviivojen mukaista. Edistää koko Perämeren ympäristön seurantaa ja säästää resursseja pitkällä tähtäimellä.
- Yhtenäisempi seuranta, nyt jo vuosittain kerättävät suuret aineistot hyödynnettävä. Olemassa olevan aineiston parempi analysointi.
- Selvä vastuun jakaminen. Työn sisältöä ja aikataulua tarkistettava jatkuvasti riippuen saavutetuista tuloksista.
- Jo hyödynnettävien resurssien uudelleen järjestely ja yhteinen arviointi – asiantuntemus nostaa tietämyksen tasoa ja antaa paremman tietopohjan tehokkaammalle seurannalle.
- Lisää resursseja. Asioiden esitleminen poliitikoille ja muille päätöksentekijöille. Parempi koordinointi paikallinen ankkurointi.
- Eri seurantatutkimusten integrointi. Nykyään suuri osa tutkimuksesta tehdään kytkemättä niitä muiden ohjelmien muuttujiin. Esimerkiksi korreloimalla ilmastomuuttujia ja tuotantoon liittyvää mittaustietoa voidaan paremmin ymmärtää sitä miten prosessit liittyvät yhteen ja riippuvat toisistaan.

Puutteet biologisten muuttujien seurannassa

- Liian vähän seurantaa joka koskee pesivää rannikkolinnustoja ja rantojen luontotyyppejä
- Seuranta/tietämys kalakannoista on puutteellista tai puuttuu kokonaan (populaatioiden kehitys, vaellusmallit, kutu- ja kasvualueet).
- Riittämätön tieto päästöjen biologisista vaikutuksista
- Tiedonpuute vaikeuttaa rannikkoalueiden ekologisia luokittelua vesipuitedirektiivin mukaisesti
- Puute sellaisten eliöiden seurannassa, jotka kuuluvat kalojen ravintoverkkoon, niiden merkitystä kalakantojen vaihtelussa ei voi arvioida ellei niitä seurata.
- EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin mukaan rannikkovesien laadun seuranta perustuu kasviplanktoniin, pohjaeläimistöön ja makrofyytteihin. Tautatietoa puuttuu etenkin makrofyyteistä ja pohjaeläimistä. Näitä ryhmiä on Perämeressä varsin vähän ja voi olla kyseenalaista soveltuvatko ne Itämeren vedenlaadun indikaattoreiksi.
- Kasvi- ja eläinplanktonin seurantaa tehdään kahdessa pisteessä Perämerellä (pelagiaalipisteet) mutta ei esimerkiksi Råneässä.
- Useampien kalalajien kantojen seuranta jotta kalataloudelliset hoitotoimet olisivat tehokkaammat.
- Rannikkokalastuksen seuranta (ammatti- ja kotitarvekalastus) on niukkaa ja sitä tulee voimistua.
- Liian vähän resursseja. Usein seurantamenetelmät ovat "perinteisiä" ja perustuvat tunnettuihin ympäristön uhkatekijöihin. Huono tilan seuranta etenkin mitä tulee biologiseen monimuotoisuuteen ja muihin biologisluonteisiin muuttujiin. Tiedonpuute johtuu mm. ekosysteemien ja arvokkaiden merellisten elinympäristöjen huonosta tuntemuksesta.

Ehdotukset

- Seurannan monipuolistaminen Perämeressä siten, että vesivyöhykkeen lisäksi otetaan mukaan myös rantavyöhyke vesipuitedirektiivin vaatimusten mukaisesti.
- Pohjaeläin- sekä eläin- ja kasviplanktonitutkimukset tietyin väliajoin
- Linnusto on hyvä ja yksinkertainen indikaattori – esimerkiksi joka viides vuosi säännöllisesti toistuva rantalinnuston inventointi pitkin koko Perämeren rannikkoa tehdään yksinkertaisesti vapaaehtoisvoimin – inventointi yhteistyössä alueellisten ympäristökeskusten kanssa sekä niiden rahallisella tuella
- Vesikemiallisen seurannan vähentäminen ja vaikutuksiin liittyvän seurannan ja tutkimuksen lisääminen
- Perusteellinen pohjaeläimistön ja makrofyyttien perusinventointi Perämeren eri biotoopeilla
- Siirtyminen fysikaalis-kemiallisesta seurannasta biologiseen seurantaan (levät, plankton, kalat, kasvillisuus, linnut, hyönteiset)
- Lisääntynyt rannikkokontrollointi, jossa kalat indikaattoreina (koekalastukset), kalapopulaatioiden tuotantoalueiden tutkimukset
- Kalaseurannan parempi koordinaatio. Fiskeriverketissä uudistukset ja uudelleenjärjestäytyminen.
- Vuotuiset kalabiologiset tutkimukset teollisuuslaitosten vaikutusalueilla, ei vain muutamien vuodenvälein. Antaa paremman yleiskuvan sukukypsyys- ja maksan koon vuosien välisistä vaihteluista.
- Rahoitus yleisen kalanhoitomaksun avulla
- Taloudellisten resurssien kasvattaminen ja hyvä suunnittelu
- Sellaisten menetelmien kehittäminen, joiden avulla saadaan kiinni muutokset "systeemitasolla". Tutkimukset, joiden avulla voidaan kehittää biindikaattoreita jotka soveltuvat vähätuottoiseen murtoveeten.
- Kalaseurannan menetelmien kehittäminen (Ruotsissa ollaan parhaillaan ottamassa käyttöön parempia menetelmiä).

Puutteet ympäristömyrkköjen seurannassa

- Ympäristömyrkköjen seuranta puutteellista (dioksiinit, PCB, metallit), tehdään muutamalla havaintopaikalla kaloista, mistä syystä niiden maantieteellinen esiintyminen on epävarmaa.
- Vesipuitedirektiivi edellyttää kattavampia tutkimuksia.
- Tarvitaan enemmän tietoa haitallisten aineiden pitoisuuksista ympäristössä kansainvälisten sopimusten pohjaksi (YK, HELCOM, OSPAR) ja kansainvälisten elimien työn tueksi (OECD, Arktinen neuvosto).
- Ei ole olemassa mitään vaikutuksia koskevaa ympäristönseurantaohjelmaa, vain ympäristömyrkköjen analysointia, mikä on riittämätön kun ottaa huomioon kaikki ympäristössä esiintyvät ympäristömyrkyt, erityisesti uudet ympäristömyrkyt, joita ohjelmat eivät kata. Sen lisäksi eri tutkimusten välillä riittämätön kytkentä

Ehdotukset

- Analysoitavien aineiden määrän lisääminen (dioksiinit) mutta näytteenottoitiheyden vähentäminen (esimerkiksi ulkomerelle ja sedimentissä). Nk. baseline-tutkimukset tietyin väliajoin
- Resurssien lisääminen
- Ympäristömyrkköjen/raskasmetallien analyysit useammista kalalajeista ja useammilta paikoilta, tarkoituksena kartoittaa ajallisia muutoksia ja pitoisuuksia jotka ovat kiinnostavia kulutusta ajatellen
- Vaikutuksiin liittyvien seurantaohjelmien aloittaminen sekä rannikkovyöhykkeessä että ulkomerellä eri trofiatasoilla, mahdollistaa hälytysmerkien havaitsemisen jo varhaisessa vaiheessa. Kalojen seurantaohjelman aloittaminen ei ole riittävää
- Pohjaeläimistön oltava mukana, koska sedimentti usein heijastaa kuormitustasoa.
- Biomarkkereiden oltava mukana kun seurantaan kemikaaleja, joilla on vaikutusta sisäeritykseen.

Puutteen matalien merialueiden seurannassa

- Liian vähän huomiota kiinnitetään matalille alueille, jotka ovat tärkeitä kalojen, lintujen ja kasvien lisääntymis- ja elinalueita
- Liian paljon huomiota kiinnitetään kemiallisiin ja biologisiin muuttujiin avovedessä. Vaikka ne ovatkin tärkeitä indikaattoreita, eivät ne riitä kuvailemaan niitä luonnossa tapahtuvia muutoksia, jotka rannikoilla ja saaristoissa liikkuvat kokevat

Ehdotukset

- Resurssien jakaminen lajiversiteetin, habitaattityyppien osuuksien jne. seurantaan.
- Aloitetaan rannikkoalueen fyysisen käytön ja hyödyntämisen seuranta.

Puutteen viranomaisvastuussa ja valvonnassa

- Seuranta- ja valvontatoimenpiteet eivät ole riittäviä ja vaikka valvontaa on, eivät havaitut haitat velvoita toimenpiteisiin
- Lupamenettelyn hajanaisuuden vuoksi on mahdollista että yksittäinen toimija voi jopa laillisesti huonontaa vesiympäristöä
- Sama viranomainen myöntää lupia, hoitaa seurannan ja valvoo tilaa, vaara siitä että vaikutusten arviointi tehdään holtittomasti

Ehdotukset


- Seurannan tulokset täytyy ottaa tiukasti huomioon ja toimenpiteitä kokonaisuuden parantamiseksi on vaadittava.
- Eri toimintojen kokonaisvaikutus on otettava huomioon.
- Projektisuunnittelu, lupamenettely ja seuranta erillisiksi.

Seurantaohjelmat ja tarkkailtavat parametrit - yleistä**Ehdotukset**

- Seurannan lisääminen, esim. alukset, joissa automaattinen mittalaitteisto (säännöllinen näytteenotto, näytteiden analysointi paikan päällä)
- Analysoitavien parametrien lisääminen, esimerkiksi kaloissa Kemin edustalla
- Tutkimustulosten parempi hyödyntäminen
- Konsulttien tekemille raporteille suuremmat vaatimukset
- Näytteenotto "katastrofitapahtumien" yhteydessä. Esimerkiksi tulvajaksojen aikana ja äkillisten leväkukintojen yhteydessä.
- Näytteet useista toisistaan riippumattomista muuttujista, jotka edustavat maantieteellisesti erilaisia tyyppialueita, näytteenottofrekvenssi sellainen, että mahdollistaa trendianalyysit. Täydennystä tarvitaan lähinnä vesimassan kemiallisista, hydrografisista ja biologisista muuttujista sekä ympäristömyrkyistä. Pohjaeliöstön kattavuus jo nykyään suhteellisen hyvä.
- Ympäristöseurannan kohdentaminen olemassa oleviin ughiin. Rehevöityminen ei ole tällainen Perämeressä. Sitä vastoin makean veden kulkeutuminen Itämereen Perämeren valuma-alueelta on suhteellisen suuri. Tämän vuoksi tarvitaan tietoa veden kulkeutumisesta sekä siitä mitä aineita leviää jokivesien mukana.
- Tutkittava maatalousmailta tulevaa valumaa vesiin. Mielellään yksityiskohtainen tutkimus jollain alueella.
- Pistekuormituslähteillä on oltava varoitusjärjestelmä, jotta vältetään päästöt tai vähennetään niitä esimerkiksi käyttöhäiriöiden/onnettomuuksien yhteydessä.
- Planktonituotantoa ja hydrokemian mitataan vain yksittäisillä pisteillä rannikon tuntumassa. Tarkoituksenmukaisten ohjelmien on katettava vähintään määritellyt tyyppialueet
- Yhtenäisempi linja EU:n vesipuidedirektiivin kanssa, johtaa luultavasti alueellisen/paikallisen ympäristöseuran tarkistuksiin
- Rehevöitymiskehityksen seuranta lisättävä jotta löydetään oikea seurannan taso.

Liite 13. Toteutuvatko ympäristötavoitteet?

Kooste Ruotsin kansallisista ympäristötavoitteista sekä alueellisella tasolla tehty lisäykset ja sovellukset. Osatavoitteet on lyhennetty alkuperäisistä asiakirjoista (kansallinen = ainoastaan kansallisia osatavoitteita, alueellinen = vain alueellisia osatavoitteita, alueellinen soveltaminen = kansallisten osatavoitteiden alueellisen soveltaminen).

Ympäristötavoite	Osatavoite	Osatavoitteiden alueellistaminen	Toteutuvatko kansalliset ympäristötavoitteet?
Tasapainoinen meri sekä elävä rannikko ja saaristo (Hav i balans samt levande kust och skärgård)	Strategia rannikon ja saariston kulttuuriperinnön ja maatalousmaiseman säilyttämiseksi ja hyödyntämiseksi (2005)	Kansallinen	 Hallitus asetti vuonna 2002 meriympäristökomission, jonka tehtävänä oli ehdottaa viimeistään 30 kesäkuuta 2003 uudet toimenpiteet ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi meren osalta.
	Sivusaaliiden vähentäminen (2010)	Kansallinen	
	Kalastuksen sääteleminen kestävän kehityksen mukaisesti (2008)	Kansallinen	Kalastuspolitiikka EU-maiden kalastusasioista vastaavat ministerit päättivät joulukuussa 2002 yhteisen kalastuspolitiikan uudistuksesta (CFP), joka vaikuttaa ympäristötavoitteiden kalastukseen liittyvien osatavoitteiden saavuttamiseen. Päätös ei ollut täysin linjassa Ruotsin pyrkimysten kanssa, mutta antaa pohjan kestävälle kalastuspolitiikalle.
	Laivaliikenteen häiriöt (2010)	Kansallinen	
	EU:n vesipolitiikan puitesäädöksiin mukainen toimenpideohjelma (2009)	Kansallinen	Merelliset luonnonsuojelualueet Työ suojelunarvoisten ympäristöjen säilyttämiseksi etenee, ja mahdollisuudet uusien merellisten suojelueiden perustamiseksi useissa rannikon lääneissä näyttävät hyviltä.
	Rannikko- ja saaristoalueiden suojeleminen (2005-2010)	Kansallinen Alueellinen soveltaminen, Norrbotten	
	Toimenpiteet uhanaalaisten merellisten lajien suojelemiseksi (2005)	Kansallinen Alueellinen soveltaminen, Norrbotten	Sivusaaliiden vähentäminen Tiettyjä toimenpiteitä on tehty kalastuksen ei-toivottujen sivusaaliiden vähentämiseksi sekä kestävä kalastuksen kehittämiseksi, mutta lisätoimenpiteitä tarvitaan. Toimintasuunnitelman laatimista uhatuille lajeille tulee kiirehtiä.
	Laivaliikenteen päästöt (2010)	Kansallinen Alueellinen soveltaminen, Norrbotten	
	Vieraiden lajien leviämisen estäminen	Alueellinen, Norrbotten	
	Ei häiritsevää toimintaa matalissa merenlahdissa	Alueellinen, Norrbotten	
	Suojelunarvoisten rannikko- ja saaristoalueiden tunnistaminen sekä toimenpideohjelman laatiminen	Alueellinen, Västerbotten	
	Kalojen lisääntymisalueiden tunnistaminen ja suojeleminen (2007)	Alueellinen, Västerbotten	

Ympäristötaavoite	Osataavoite	Osataavoitteiden alueellistaminen	Toteutuvatko kansalliset ympäristötaavoitteet?
Ei rehevöitymistä (Ingen övergödning)	Kalojen vaellusten turvaaminen (2010)	Alueellinen, Västerbotten	 Ympäristötaavoitteiden saavuttaminen vuoteen 2020 mennessä tulee olemaan vaikeaa erityisesti Etelä-Ruotsissa, jossa ympäristövaikutukset ovat suurimmat. Syinä ovat se, että luonnon toipuminen vie oman aikansa ja se, että meren rehevöityminen on vaikuttanut voimakkaasti Itämeren avoimiin rannikkoalueisiin. Typen oksidien ja ammoniakkin päästöt ilmaan vähenevät Euroopan mitta-kaavassa. Veteen päätyvien ravinnemäärien vähentämiseksi tarvitaan niin kansainvälisiä kuin kansallisia toimenpiteitä.
	Järvien, jokien ja rannikkovesien toimenpideohjelma (2009)	Kansallinen	
	Ammoniakkipäästöjen vähentäminen (2010)	Kansallinen	
	Typipäästöjen vähentäminen (2010)	Kansallinen	
	Fosforiyhdisteiden päästöjen vähentäminen (2010)	Kansallinen Alueellinen soveltaminen, Västerbotten	EU:n toimenpideohjelmat Ohjelmien tulee olla valmiina vuonna 2009 VPD:n mukaan. Ohjelmat edistävät ympäristötaavoitteiden saavuttamista, koska kaikkien jäsenmaiden on täytettävä direktiivin vaatimukset.
	Typipäästöjen vähentäminen mereen (2010)	Kansallinen Alueellinen soveltaminen, Västerbotten	
Myrkytön ympäristö (Giftfri miljö)	Paikallisen ravinnemuutoksen vähentäminen	Alueellinen, Norrbotten	 Tavoitteiden toteuttamiseksi Ruotsin on työskenneltävä yhdessä EU:n kanssa, koska kemikaaleja koskeva lainsäädäntö on sama koko yhteisössä. Uudet kehittyneet kemikaaleja koskevat säännöt tulevat parantamaan edellytyksiä tavoitteiden saavuttamiseksi, erityisesti koskien tietoisesti valmistettavia kemikaaleja. Monia ongelmia-alueita on jäljellä, esimerkiksi eri tuotteiden haitalliset aineet sekä lähteet ja toimenpiteet niille aineille, joita muodostuu sivutuotteina.
	Toimenpideohjelma rehevöityneille järville, joille ja rannikkovesille (2006)	Alueellinen, Norrbotten	
	Tieto kemiallisten aineiden terveys- ja ympäristövaikutuksista (2010) (N)	Kansallinen	
	Erityisen haitalliset aineet (2003-2015)	Kansallinen	
	Kemikaalien terveys- ja ympäristöriskien vaikutusten jatkuva vähentäminen (2010)	Kansallinen	Haitallisten aineiden hyödykkeistä ja rakennuksista tapahtuvan luontoon kulkeutumisen hallinta tulee olemaan vaikea toteuttaa vuoteen 2020 mennessä. Kaikki viittaa siihen, että pitkäikäisiä, pysyviä yhdisteitä (mukaan lukien PCB) tulee olemaan ympäristössä jäljellä vielä vuonna 2020.
	Ympäristön laadun arvioiminen (2010)	Kansallinen	
	Saastuneet alueet tunnistettuna (2005)	Kansallinen Alueellinen soveltaminen, Norrbotten Alueellinen soveltaminen, Västerbotten	
	Ympäristömyrkyjen päästöjen vähentäminen (2005)	Alueellinen, Norrbotten	
	Sellaisten järvien lukumäärän lisäys, joiden elohopeapitoisuus pieni (2005)	Alueellinen, Norrbotten	
	*Lisäys: Rakentamisen jännösmateriaalien ympäristöselosteet (2005)	Alueellinen, Västerbotten	